

524, 758

11 FEB 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年3月4日 (04.03.2004)

PCT

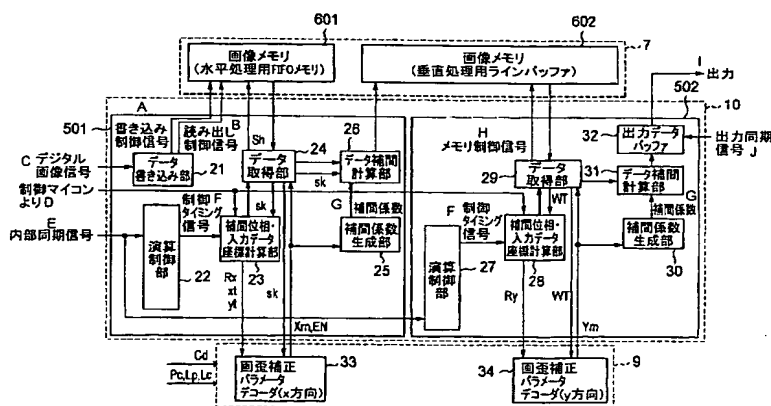
(10) 国際公開番号
WO 2004/019607 A1

- (51) 国際特許分類: H04N 5/232, G06T 3/00 (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010410
- (22) 国際出願日: 2003年8月18日 (18.08.2003) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 青山 幸治 (AOYAMA, Koji) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 倉田 徹 (KURATA, Tohru) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 能勢 敦 (NOSE, Atsushi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2002-239865 2002年8月20日 (20.08.2002) JP

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING SYSTEM, AND IMAGE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 画像処理装置と画像処理システム及び画像処理方法



- 601...IMAGE MEMORY (HORIZONTAL PROCESSING FIFO MEMORY)
602...IMAGE MEMORY (VERTICAL PROCESSING LINE BUFFER)
A...WRITE-IN CONTROL SIGNAL
B...READ-OUT CONTROL SIGNAL
C...DIGITAL IMAGE SIGNAL
D...FROM CONTROL MICROCOMPUTER
E...INTERNAL SYNCHRONIZATION SIGNAL
21...DATA WRITE-IN SECTION
24...DATA ACQUISITION SECTION
25...DATA INTERPOLATION CALCULATION SECTION
26...CONTROL TIMING SIGNAL
27...INTERPOLATION COEFFICIENT
28...CALCULATION CONTROL SECTION
29...INTERPOLATION PHASE/INPUT DATA COORDINATES CALCULATION SECTION
30...INTERPOLATION COEFFICIENT GENERATION SECTION
31...IMAGE DISTORTION CORRECTION PARAMETER DECODER (X DIRECTION)
34...IMAGE DISTORTION CORRECTION PARAMETER DECODER (Y DIRECTION)

(57) Abstract: An image processing device, an image processing system, and an image processing method capable of correcting an image distortion at a low cost and generating a high-quality image in real time. The image processing device correcting an original image having distortion includes: a horizontal one-dimension interpolation section (501) for correcting horizontal direction distortion by performing one-dimension interpolation calculation by using a horizontal correction parameter X_m indicating a horizontal direction correction amount at pixel points constituting the original image; and a vertical one-dimension interpolation section (502) for correcting vertical direction distortion of the original image by subjecting the image obtained by correction by the horizontal one-dimension interpolation section (501) to one-dimension interpolation calculation by using a vertical correction parameter Y_m indicating a vertical direction correction amount at the pixel points constituting the original image.

(57) 要約: 低コストで画像の歪みを補正し、高品質な画像をリアルタイムに生成することができる画像処理装置と画像処理システム及び画像処理方法である。歪みを持った原画像を補正する画像処理装置であって、該原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータ X_m を用いて1次元補間演算を施すことにより、水平方向における歪みを補正する水平1次元補間部(501)と、水平1次元補間部(501)による補正により

得られた画像に対し、該原画像

[続葉有]

WO 2004/019607 A1



内 Tokyo (JP). 和田 仁孝 (WADA, Kimitaka) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

画像処理装置と画像処理システム及び画像処理方法

5 技術分野

本発明はビデオカメラやデジタルスチルカメラ、銀塩カメラなどに用いられる画像処理装置と画像処理システム及び画像処理方法に関するものである。

10 背景技術

従来より、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ、あるいは銀塩カメラなどにより撮像された画像においては、撮像レンズの歪曲収差特性の影響により歪みが生じていた。ここで、高精度で高性能なレンズにおいて該歪みは目立たないが、コストが低いレンズを使用する場合や光学ズームレンズを使用する場合には、画歪みの影響を完全に回避することは難しい。

そこで、近年、該歪みを信号処理により補正する画像処理装置が提案されてきている。第33図は、従来における画像処理装置100の構成を示す。第33図に示されるように従来の画像処理装置100は、レンズ200と撮像素子300、データ変換部400、信号処理部500、画像メモリ600、制御マイコン700、同期信号生成部800、補正データテーブル1010、記録部1100、再生部1200、及び表示系処理部1300とを備える。

ここで、第34図のフローチャートを参照しつつ、上記画像処理装置100の動作の概要を説明する。まずステップS1では、レンズ200及び撮像素子300を介して被写体101に対するアナログ画像信号を

入力する。そして、ステップS 2ではデータ変換部4 0 0で該アナログ画像信号をデジタル画像信号に変換し、画像1 0 2を生成する。

次に、ステップS 3において、信号処理部5 0 0は補正データテーブル1 0 1 0に格納された歪み補正ベクトル（以下、単に「補正ベクトル」ともいう）を用いて歪んだ画像1 0 2に対し補正演算を施す。そして、ステップS 4において、制御マイコン7 0 0は画像の入力を終了するか否かを判断し、終了しないと判断した場合にはステップS 1へ戻る。

以上が、第3 3図に示された従来の画像処理装置1 0 0の動作の概要であるが、以下において該動作を詳しく説明する。

10 レンズ2 0 0は被写体1 0 1からの反射光を集光して撮像素子3 0 0に写影する。また、撮像素子3 0 0はCCDやCMOSセンサなどから構成され、写影された映像をキャプチャーして、アナログの画像信号を生成する。また、データ変換部4 0 0は撮像素子3 0 0から供給された該アナログ信号をデジタルの画像信号に変換し、画像1 0 2を生成する。一方、制御マイコン7 0 0は外部のユーザインタフェースへの入力に応じて、所定の動作を命令するコマンドを発行する。

また、信号処理部5 0 0は制御マイコン7 0 0から供給されたコマンドに応じてデータ変換部4 0 0により生成されたデジタル画像信号を画像メモリ6 0 0へ格納する。そして、信号処理部5 0 0は補正データテーブル1 0 1 0に予め記録された全画素に対応する補正ベクトルを該テーブルから読み出し、該補正情報に応じて画像メモリ6 0 0から必要な画像信号を取得した後、該画像信号につき2次元補間方式による幾何学補正を実行することによって、データ変換部4 0 0から出力された画像1 0 2の歪みを補正する。

25 ここで、信号処理部5 0 0において生成された画像信号は、表示系処理部1 3 0 0へ供給されることにより該画像がモニタに表示され、ある

いは記録部 1 1 0 0 へ供給されることにより外部のテープやディスクあるいはメモリなどのメディア 1 4 0 0 に記録される。また、メディア 1 4 0 0 に記録された画像信号は、再生部 1 2 0 0 により再生され、該再生信号が表示系処理部 1 3 0 0 へ供給されることにより該再生画像がモニタに表示される。

なお、同期信号生成部 8 0 0 は、外部から供給されるクロック信号 CLK に応じて内部同期信号を生成し、撮像素子 3 0 0 とデータ変換部 4 0 0 及び信号処理部 5 0 0 へ供給する。

第 3 5 図は、第 3 3 図に示された信号処理部 5 0 0 の構成を示すブロック図である。第 3 5 図に示されるように、信号処理部 5 0 0 はタイミング制御部 5 1 0 と補間位相・入力データ座標計算部 5 2 0、データ取得部 5 3 0、補間係数生成部 5 4 0、データ補間計算部 5 5 0、出力データバッファ 5 6 0、及びデータ書き込み部 5 7 0 とを含む。

ここで、データ書き込み部 5 7 0 はデータ変換部 4 0 0 から供給されたデジタル画像信号を書き込み制御信号 Sw と共に画像メモリ 6 0 0 へ供給し、画像メモリ 6 0 0 に対して該デジタル画像信号を格納させる。

また、タイミング制御部 5 1 0 は同期信号生成部 8 0 0 から供給された内部同期信号に応じて制御タイミング信号 St を生成し、補間位相・入力データ座標計算部 5 2 0 は供給された制御タイミング信号 St に応じて出力画像の座標を計算し、得られた座標に対する補正ベクトルを要求する補正ベクトル要求信号 Sa を補正データテーブル 1 0 1 0 へ供給する。

補正データテーブル 1 0 1 0 は、内蔵する該テーブルにより補正ベクトル要求信号 Sa に応じた補正ベクトルを求め、データ取得部 5 3 0 及び補間係数生成部 5 4 0 へ供給する。データ取得部 5 3 0 は、読み出し制御信号 Sr を画像メモリ 6 0 0 へ供給することにより、補正データテ

テーブル 1 0 1 0 から出力された補正ベクトルの整数成分に応じた補間用データを画像メモリ 6 0 0 から取得する。なお、データ取得部 5 3 0 は取得した該補間用データをデータ補間計算部 5 5 0 へ供給する。

5 一方、補間係数生成部 5 4 0 は、補正データテーブル 1 0 1 0 から供給された補正ベクトルの小数成分に応じて補間係数を生成し、データ補間計算部 5 5 0 へ供給する。そして、データ補間計算部 5 5 0 はデータ取得部 5 3 0 から供給された補間用データと、補間係数生成部 5 4 0 から供給された補間係数とに応じて補間演算を実行する。なお、該補間演算として 2 次元の補間演算が実行される。

10 以下、2 次元補間による画像変換を第 3 6 A 図乃至第 3 6 B 図を参照しつつ説明する。第 3 6 A 図は 2 次元補間の前後における画像を示し、第 3 6 B 図は第 3 6 A 図の一部を拡大した図を示す。

ここで、例えば第 3 6 A 図に示された点 a 1 から点 a 4 までを結ぶ矢印が出力画像であるとき、該出力画像を構成する点 a 1 から点 a 4 まで
15 に対応する画像 1 0 2 上の点は点 A 1 から点 A 4 までとする。従って、第 3 6 A 図では点 A 1 から点 A 4 までを結ぶ矢印からなる原画像が、2 次元補間により点 a 1 から点 a 4 までを結ぶ出力画像に変換された場合が示される。

このとき x 及び y 方向においてそれぞれ 2 つ (2 × 2) の画像データ
20 を用いて出力画像の各点の画像を決定する場合には、例えば点 A 1 を囲む 4 つの格子点 K 0 0, K 0 1, K 1 0, K 1 1 における画像データを用いて点 a 1 の画像データが決定される。なお、点 A 2 から点 A 4 までについても同様な演算が実行されることにより、点 a 2 から点 a 4 の画像データが決定される。ここで、上記 4 つの格子点 K 0 0, K 0 1, K
25 1 0, K 1 1 は、補正データテーブル 1 0 1 0 から出力された補正座標に応じて決定される。

また、第3.6 B図に示されるように、格子点K 0 0と格子点K 1 0との間、及び格子点K 1 0と格子点K 1 1との間の距離を共に1としたとき、x方向及びy方向における点A 1の位置はそれぞれ小数パラメータP x, P yにより特定される。このとき、点a 1の画像データを算出する際に用いられる格子点K 0 0, K 0 1, K 1 0, K 1 1の各画像データの重み付け（補間係数）C n（n=1~4）は、補正データテーブル1 0 1 0から供給される上記補正ベクトルの小数成分、すなわち該小数パラメータP x, P yにより決定される。

また、データ補間計算部5 5 0による補間演算の結果得られたデータは、出力データバッファ5 6 0に保持され、所定のタイミングで表示系処理部1 3 0 0又は記録部1 1 0 0へ出力される。

ここで、従来のデータ補間計算部5 5 0は第3 7図に示されるように構成される。なお、第3 7図においては、x及びy方向にそれぞれ4つ並んだ（4×4）合計1 6個からなる画像データを用いて出力画像の各点の画像が決定される場合の構成が示される。

第3 7図に示されるように、従来のデータ補間計算部5 5 0は4つのラインメモリ9 0 0と、各ラインメモリ9 0 0の出力ノードにそれぞれ4つずつ直列接続された合計1 6個のレジスタ9 0 1と、各レジスタ9 0 1から出力された画像データと対応する補間係数C H n（n=0 0~3 3）とをそれぞれ乗算する1 6個の乗算回路9 0 2と、該1 6個の乗算回路9 0 2により得られたデータを加算する加算回路9 0 4と、加算回路9 0 4により得られたデータを除算する除算回路9 0 5とを含む。

しかしながら、上記のような従来の画像処理装置によれば、リアルタイムに画像の歪みを補正することもできるが、全画素に対応する補正ベクトルを持つ必要があるために回路規模が大きくなり、コストがかかるという問題がある。

さらに、レンズ 200 の位置を変動させる場合やレンズ交換を行う場合には、該レンズの歪曲収差特性の変化に応じて補正ベクトルを更新する必要があるため、コストの高い大容量の補正データテーブル 1010 が必要となる。

- 5 また、補正データテーブル 1010 の該更新は、ユーザインタフェースからの指示により制御マイコン 700 により実行されるが、制御マイコン 700 と補正データテーブル 1010 との間においては大きな通信容量が必要とされるため、制御マイコン 700 によるリアルタイム処理が困難になるという問題もある。
- 10 なお、補正データテーブル 1010 を備える代わりに該補正ベクトルを逐次演算する方法もあるが、かかる方法ではいわゆるフレーム遅延のないリアルタイム処理が困難であり、リアルタイム処理を実現するためには大きなハードウェアが必要となってコストがかかるという問題がある。
- 15 また、上記のように 2 次元補間では、1 点の画像データを補正するために画像が形成される 2 次元平面上の複数の点における画像データが用いられるが、質の高い画像を得るためには多数の点における画像データが必要となるため、画像メモリ 600 に対するアクセス頻度が高くなり動作の高速化を図ることができないという問題がある。
- 20 また、2 次元補間を実行する場合には、画像メモリ 600 のポート幅が出力レートの数倍のバンド幅であることが必要となる。すなわち例えば、2 次元補間において 4 画素の画像データから 1 画素の画像データを生成する場合には、該ポート幅は 1 画素のバンド幅の 4 倍であることが必要となる。
- 25 このように、2 次元補間を実行する場合には該ポート幅に一定の条件が必要とされるため、高次タップ（「タップ」とは、画像処理の対象と

される一方向におけるデータ数を意味する)の高性能フィルタを用いることが非常に困難であることから、高画質な画像を得ることが難しいという問題がある。

- 5 本発明は上記のような問題を解消するためになされたもので、低コストで画像の歪みを補正し、高品質な画像をリアルタイムに生成するための画像処理装置と画像処理システム及び画像処理方法を提供することを目的とする。

発明の開示

- 10 本発明の目的は、歪みを持った原画像を供給された補正ベクトルに応じて補正する画像補正手段を含む画像処理装置であって、外部から供給されるエンコードされた補正ベクトルをデコードし、デコードされた補正ベクトルを画像補正手段へ供給するデコード手段を備えたことを特徴とする画像処理装置を提供することにより達成される。
- 15 このような手段によれば、外部から供給されるエンコードされた補正ベクトルをデコードすると共に、画像補正手段はデコードされた該補正ベクトルに応じて原画像を補正するため、原画像を構成する全画素点における補正ベクトルを画像処理装置内に予め保持する必要が回避される。これより、歪みを持った原画像をリアルタイムに補正する画像処理装置
- 20 の装置規模及び製造コストを低減することができる。
- ここで、ユーザインタフェースへの入力に応じたコマンドをデコード手段へ発行することにより、補正ベクトルを選択的にデコードさせるデコード制御手段をさらに備えることによって、例えばレンズの位置や手振れ等といった原画像の取り込み環境に応じた適切な補正ベクトルを用
- 25 いて該補正を実現することができる。

また、本発明の目的は、歪みを持った原画像を補正する画像処理装置であって、原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータを用いて原画像に対し1次元補間演算を施すことにより、原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段と、水平補正手段による補正により得られた画像に対し、原画像を構成する画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、原画像の垂直方向における歪みを補正する垂直補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置を提供することにより達成される。

10 このような手段によれば、水平補正手段は原画像の水平方向に1次元補間演算を施し、垂直補正手段は該原画像の垂直方向に1次元補間演算を施すため、低コストでリアルタイムに原画像の歪みを補正することができる。

15 なお、水平補正手段による補正と垂直補正手段による補正は、どちらを先に実行させても良い。

すなわち、本発明の目的は、原画像を構成する画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を原画像に対して施すことにより、原画像の垂直方向における歪みを補正する垂直補正手段と、垂直補正手段による補正により得られた画像に対し、原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置を提供することによっても達成することができる。

25 上記において水平補正手段は、1次元補間演算により画像データを求める画素点の水平方向における間隔を調整することによって、原画像を水平方向において伸縮すると共に、垂直補正手段は、1次元補間演算に

より画像データを求める画素点の垂直方向における間隔を調整することによって、原画像を垂直方向において伸縮するものとするれば、歪み補正と共に原画像の拡大あるいは縮小を容易に実現することができる。

- また、より具体的には、水平補正手段は、水平補正パラメータの整数成分に応じて画素点における画像データを選択的に取得する第一データ取得手段と、水平補正パラメータの小数成分に応じて補間係数を生成する第一補間係数生成手段と、第一データ取得手段により取得された画像データと、第一補間係数生成手段により生成された補間係数とを用いて 1 次元補間演算を実行する第一補間演算手段とを含み、垂直補正手段は、
- 10 垂直補正パラメータの整数成分に応じて画素点における画像データを選択的に取得する第二データ取得手段と、垂直補正パラメータの小数成分に応じて補間係数を生成する第二補間係数生成手段と、第二データ取得手段により取得された画像データと、第二補間係数生成手段により生成された補間係数とを用いて 1 次元補間演算を実行する第二補間演算手段
- 15 とを含むものとすることができる。なお、上記小数成分は補間位相とされる。

- また、上記において、水平補正手段による補正により得られた水平補正画像を記憶する記憶手段をさらに備え、垂直補正手段は、記憶手段から垂直補正パラメータに応じた水平補正画像を取得するデータ取得手段
- 20 と、データ取得手段により取得された水平補正画像に対して、垂直補正パラメータを用いた 1 次元補間演算を施す補間演算手段とを含むものとすることができる。

- このような手段によれば、垂直方向の 1 次元補間演算に必要な水平補正画像のみがデータ取得手段により記憶手段から選択的に取得されるため、該 1 次元補間演算を効率的に実行することができる。
- 25

また、本発明の目的は、歪みを持った原画像を供給された補正ベクトルに応じて補正する画像補正手段を含む画像処理システムであって、原画像を構成する画素点における補正ベクトルを選択的にエンコードするエンコード手段と、エンコード手段から供給されるエンコードされた補正ベクトルをデコードし、デコードされた補正ベクトルを画像補正手段へ供給するデコード手段を備えたことを特徴とする画像処理システムを提供することにより達成される。

このような手段によれば、エンコード手段によりエンコードされた補正ベクトルをデコード手段がデコードし、画像補正手段がデコードされた該補正ベクトルに応じて原画像を補正するため、原画像の全画素点における補正ベクトルを用いることなく歪み補正を実行することができ、原画像を低コストでリアルタイムに補正することができる。

また、本発明の目的は、歪みを持った原画像を補正する画像処理システムであって、原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータと、画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを選択的にエンコードするエンコード手段と、エンコード手段から供給されるエンコードされた水平補正パラメータをデコードする水平デコード手段と、水平デコード手段によりデコードされた水平補正パラメータを用いた1次元補間演算を原画像に対して施すことにより、原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段と、エンコード手段から供給されるエンコードされた垂直補正パラメータをデコードする垂直デコード手段と、水平補正手段による補正により得られた画像に対し、垂直デコード手段によりデコードされた垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、原画像の垂直方向における歪みを補正する垂直補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理システムを提供することにより達成される。

このような手段によれば、水平補正手段は原画像の水平方向に1次元補間演算を施し、垂直補正手段は該原画像の垂直方向に1次元補間演算を施すため、低コストでリアルタイムに画像の歪みを補正することができる。

- 5 ここで、上記エンコード手段を、ユーザインタフェースから供給される制御信号に応じて原画像を格子分割する格子分割手段と、格子分割により得られた格子点における水平補正パラメータを選択的に圧縮して水平デコード手段へ供給すると共に、格子点における垂直補正パラメータを選択的に圧縮して垂直デコード手段へ供給するパラメータ圧縮手段と
- 10 を含むものとすれば、水平補正パラメータ及び垂直補正パラメータを効率的に水平及び垂直デコード手段へ供給することができる。

- またこのとき、例えば水平デコード手段を、格子分割手段により生成された格子に対応して生成画像の各画素点を囲む格子枠を決定する第一格子決定手段と、第一格子決定手段により決定された各々の格子枠を関数により近似し、該関数を用いて生成画像の各画素点における水平補正
- 15 パラメータを算出する水平パラメータ算出手段とを含むものとし、垂直デコード手段を、格子分割手段により生成された格子に対応して生成画像の各画素点を囲む格子枠を決定する第二格子決定手段と、第二格子決定手段により決定された各々の格子枠を関数により近似し、該関数を用
- 20 いて生成画像の各画素点における垂直補正パラメータを算出する垂直パラメータ算出手段とを含むものとすることによって、エンコードされた水平補正パラメータ及び垂直補正パラメータを精度よくデコードすることができる。

- ここで、水平パラメータ算出手段と垂直パラメータ算出手段のうち少
- 25 なくとも一方は、少なくとも一つの格子枠を n 次多項式（ n は自然数）により近似するものとすることができる。

また、本発明の目的は、歪みを持った原画像を補正する画像処理方法であって、原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータを用いて原画像に対し1次元補間演算を施すことにより、原画像の水平方向における歪みを補正する第一のステップと、第一のステップにおいて得られた画像に対し、原画像を構成する画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、原画像の垂直方向における歪みを補正する第二のステップとを有することを特徴とする画像処理方法を提供することにより達成される。

10 このような手段によれば、第一のステップにおいて原画像の水平方向に1次元補間演算を施し、第二のステップにおいて該原画像の垂直方向に1次元補間演算を施すため、低コストでリアルタイムに画像の歪みを補正することができる。

15 ここで、少なくとも第一のステップにおいて、1次元補間演算により画像データを求める画素点の水平方向における間隔を調整することにより原画像を水平方向において伸縮し、又は第二のステップにおいて、1次元補間演算により画像データを求める画素点の垂直方向における間隔を調整することにより原画像を垂直方向において伸縮するものとすれば、さらに水平方向又は垂直方向、あるいは双方向において原画像を容易に
20 拡大あるいは縮小することができる。

また、本発明の目的は、歪みを持った原画像を補正する画像処理方法であって、ユーザインタフェースから供給される制御信号に応じて原画像を格子分割する第一のステップと、格子分割により得られた格子点における水平方向及び垂直方向の補正量を選択的にエンコードする第二の
25 ステップと、エンコードされた水平方向及び垂直方向の補正量をデコードする第三のステップと、デコードされた水平方向の補正量に応じて、

原画像の水平方向について1次元補間演算を施す第四のステップと、デコードされた垂直方向の補正量に応じて、原画像の垂直方向について1次元補間演算を施す第五のステップとを有することを特徴とする画像処理方法を提供することにより達成される。

- 5 このような手段によれば、原画像の各画素点における補正量が効率的にエンコード及びデコードされ、デコードされた該補正量に応じて水平方向及び垂直方向の1次元補間演算が施されるため、原画像のリアルタイムな補正処理を容易に実現することができる。

- 10 ここで、上記第三のステップは、第一のステップにおいて生成された格子に対応して生成画像の各画素点を囲む格子枠を決定する格子枠決定ステップと、格子枠決定ステップにおいて決定された各々の格子枠を関数により近似し、関数を用いて生成画像を構成する各画素点における水平方向及び垂直方向の補正量を算出するパラメータ算出ステップとを含むものとすれば、エンコードされた水平方向及び垂直方向の補正量を容易かつ確実にデコードすることができる。
- 15

なお、パラメータ算出ステップにおいては、少なくとも一つの格子枠を例えば n 次多項式（ n は自然数）により近似することが考えられる。

図面の簡単な説明

- 20 第1図は、本発明の実施の形態に係る画像処理システムの構成を示すブロック図である。
- 第2図は、第1図に示された信号処理部の構成を示すブロック図である。
- 第3A図乃至第3B図は、第2図に示された信号処理部により実行される1次元補間演算の概要を説明する図である。
- 25

第4図は、第2図に示されたデータ補間計算部に含まれる水平処理回路の構成を示す図である。

第5図は、第2図に示された水平1次元補間部の動作を示す第一のフローチャートである。

5 第6図は、第2図に示された水平1次元補間部の動作を示す第二のフローチャートである

第7A図乃至第7C図は、第5図及び第6図に示された動作を説明する図である。

第8図は、水平1次元補間における等倍変換の一例を示す図である。

10 第9図は、第8図に示された等倍変換の動作タイミングを示すタイミング図である。

第10図は、水平1次元補間における水平拡大変換の一例を示す図である。

15 第11図は、第10図に示された水平拡大変換の動作タイミングを示すタイミング図である。

第12図は、第2図に示された垂直1次元補間部の動作を示す第一のフローチャートである。

第13図は、第2図に示された垂直1次元補間部の動作を示す第二のフローチャートである。

20 第14A図乃至第14C図は、第12図及び第13図に示された動作を説明する図である。

第15図は、垂直1次元補間における垂直拡大変換の一例を示す図である。

25 第16図は、第1図に示された前処理装置及び補正パラメータデコーダの動作の概要を示すフローチャートである。

第 17 図は、第 1 図に示された補正パラメータエンコーダの構成を示すブロック図である。

第 18 A 図乃至第 18 B 図は、第 17 図に示された格子分割部の動作の概要を説明する図である。

5 第 19 図は、最適分割の方法を示す第一のフローチャートである。

第 20 図は、最適分割の方法を示す第二のフローチャートである。

第 21 A 図乃至第 21 D 図は、第 19 図及び第 20 図に示された動作を説明する第一の図である。

10 第 22 A 図乃至第 22 C 図は、第 19 図及び第 20 図に示された動作を説明する第二の図である。

第 23 図は、第 2 図に示された x 方向用の画歪補正パラメータデコーダの構成を示すブロック図である。

第 24 A 図乃至第 24 B 図は、第 23 図に示された補正パラメータデコーダの動作を説明する図である。

15 第 25 図は、第 2 図に示された画像メモリとデータ取得部及びデータ補間計算部の構成を示す図である。

第 26 図は、水平 1 次元補間処理及び垂直 1 次元補間処理のタイミングを示すタイミング図である。

20 第 27 図は、水平 1 次元補間及び垂直 1 次元補間を実行するために必要なメモリ容量を説明する図である。

第 28 図は、第 25 図に示された画像メモリへのデータ格納方法を説明する図である。

第 29 A 図乃至第 29 C 図は、隣接画素における垂直方向の取り得る変化パターンを示す図である。

25 第 30 A 図乃至第 30 B 図は、隣接画素における垂直方向の有り得ない変化パターンを示す図である。

第 3 1 図は、垂直 4 タップ処理を説明する図である。

第 3 2 図は、第 2 5 図に示された画像メモリからのデータ読み出し方法を説明する図である。

5 第 3 3 図は、従来における画像処理装置の構成を示すブロック図である。

第 3 4 図は、第 3 3 図に示された画像処理装置の動作の概要を示すフローチャートである。

第 3 5 図は、第 3 3 図に示された信号処理部の構成を示すブロック図である。

10 第 3 6 A 図乃至第 3 6 B 図は、2 次元補間による画像変換の原理を示す図である。

第 3 7 図は、第 3 5 図に示されたデータ補間計算部の構成を示すブロック図である。

15 発明を実施するための最良の形態

以下において、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ詳しく説明する。なお、図中同一符号は同一または相当部分を示す。

第 1 図は、本発明の実施の形態に係る画像処理システムの構成を示すブロック図である。第 1 図に示されるように、本発明の実施の形態に係る画像処理システムは画像処理装置 2 と前処理装置 3 及びメディア 1 4 0 0 を備え、画像処理装置 2 はレンズ 2 0 0 と撮像素子 3 0 0、データ変換部 4 0 0、信号処理部 1 0、画像メモリ 7、制御マイコン 8、補正パラメータデコーダ 9、同期信号生成部 8 0 0、記録部 1 1 0 0、再生部 1 2 0 0、及び表示系処理部 1 3 0 0 とを含み、前処理装置 3 は補正
25 パラメータエンコーダ 5 と補正パラメータ導出部 6 とを含む。

ここで、レンズ200は被写体101からの反射光を集光して撮像素子300に写影するものであって、単焦点のレンズにとどまらずズーム機能を有するものであっても良い。また、撮像素子300はCCDやCMOSセンサなどから構成され、同期信号生成部800から供給された内部同期信号に応じて、写影された映像をキャプチャーしアナログ画像信号を生成する。

データ変換部400は撮像素子300に接続され、同期信号生成部800から供給された内部同期信号に応じて、撮像素子300により生成されたアナログ画像信号をデジタル画像信号に変換し画像102を生成する。

信号処理部10は、制御マイコン8とデータ変換部400、画像メモリ7、補正パラメータデコーダ9及び同期信号生成部800に接続される。そして、信号処理部10は、制御マイコン8から供給されたコマンドに応じて、データ変換部400から供給されるデジタル画像信号を画像メモリ7へ格納すると共に、補正パラメータデコーダ9から供給される補正量パラメータによって格納された該画像信号に対する補正処理を実行する。そして、信号処理部10は、該補正により得られた画像信号を表示系処理部1300及び記録部1100へ供給する。なお、信号処理部10については後に詳しく説明する。

一方、補正パラメータ導出部6は、レンズ200の歪曲収差に関するデータなどから、全画素の各位置に応じた補正量ベクトルを予め計算する。また、補正パラメータエンコーダ5は補正パラメータ導出部6及びユーザインタフェースに接続され、ユーザインタフェースから供給された制御信号 L_n 、 L_w に応じて、補正パラメータ導出部6から供給された補正量ベクトルを圧縮（エンコード）し、該圧縮データ P_c を補正パラメータデコーダ9へ供給する。

なお、補正パラメータ導出部 6 における演算及び上記エンコードは、共に非常に負荷の大きな演算となるが、別途パーソナルコンピュータ等を用いて計算すればよく、画像処理装置 2 によるリアルタイム処理に影響を与えるものでない。

- 5 また、本発明の実施の形態に係る画像処理システムでは、前処理装置 3 は必須の構成要素とされず、画像処理装置 2 の外から上記圧縮データ P c が補正パラメータデコーダ 9 へ供給される種々の実施の形態が同様に考えられる。

- 10 また、制御マイコン 8 はユーザインタフェースからの制御信号に応じて、所定の動作を命令するコマンド等を信号処理部 10 へ出力すると共に、レンズ 200 の位置情報などを補正パラメータデコーダ 9 へ供給する。

- 15 補正パラメータデコーダ 9 は、補正パラメータエンコーダ 5 と制御マイコン 8 及び信号処理部 10 に接続される。そして、補正パラメータデコーダ 9 は、制御マイコン 8 から供給された情報等に応じて、補正パラメータエンコーダ 5 から供給されたエンコードされた圧縮データ P c を各画素に対応した補正量パラメータに伸長（デコード）し、該補正量パラメータを信号処理部 10 へ供給する。

- 20 ここで、補正パラメータデコーダ 9 は、信号処理部 10 において実行される補間方式によらず、上記補正量パラメータを信号処理部 10 へ供給する。なお、上記補正パラメータエンコーダ 5 及び補正パラメータデコーダ 9 については、後に詳しく説明する。

- 25 また、記録部 1100 は信号処理部 10 に接続され、信号処理部 10 により生成された画像信号をテープやフレキシブルディスク、DVD（デジタル多用途ディスク）、ハードディスク、メモリなどのメディア（記録媒体）1400 に記録する。なお、信号処理部 10 により生成された

画像信号は、インターネットやワイヤレス通信等を用いてメディア 1 4 0 0 に記録されるようにすることもできる。

- また、再生部 1 2 0 0 はメディア 1 4 0 0 に接続され、メディア 1 4 0 0 に格納された画像信号を再生して表示系処理部 1 3 0 0 へ供給する。
- 5 表示系処理部 1 3 0 0 は信号処理部 1 0 及び再生部 1 2 0 0 に接続され、信号処理部 1 0 又は再生部 1 2 0 0 から供給された画像信号をモニタに表示する。

- なお、同期信号生成部 8 0 0 は外部から供給されたクロック信号 C L K に応じて内部同期信号を生成し、撮像素子 3 0 0 とデータ変換部 4 0 0 及び信号処理部 1 0 へ供給する。
- 10

- 第 2 図は、第 1 図に示された信号処理部 1 0 の構成を示すブロック図である。第 2 図に示されるように、信号処理部 1 0 は水平 1 次元補間部 5 0 1 と垂直 1 次元補間部 5 0 2 とを含む。なお、画像メモリ 7 は水平処理用 F I F O メモリからなる画像メモリ 6 0 1 と垂直処理用ラインバッファからなる画像メモリ 6 0 2 とを含み、補正パラメータデコーダ 9
- 15
- は x 方向用の画歪補正パラメータデコーダ 3 3 と y 方向用の画歪補正パラメータデコーダ 3 4 とを含む。

- なお、画像メモリ 6 0 2 は垂直方向の歪み補正を実現するために必要な最小限のライン数分に渡るデータを格納できるだけの容量を有するものとされるが、この点については後述する。また、通常上記容量は、出力データバッファ 3 2 に供給される出力同期信号の周波数に応じて決定される。
- 20

- そして、水平 1 次元補間部 5 0 1 はデータ書き込み部 2 1 と演算制御部 2 2、補間位相・入力データ座標計算部 2 3、データ取得部 2 4、補間係数生成部 2 5、及びデータ補間計算部 2 6 を含み、垂直 1 次元補間部 5 0 2 は演算制御部 2 7 と補間位相・入力データ座標計算部 2 8、デ
- 25

ータ取得部 29、補間係数生成部 30、データ補間計算部 31、及び出力データバッファ 32を含む。

ここで、データ書き込み部 21はデータ変換部 400に接続され、演算制御部 22は同期信号生成部 800に接続される。また、補間位相・

- 5 入力データ座標計算部 23は演算制御部 22及び制御マイコン 8に接続され、データ取得部 24は補間位相・入力データ座標計算部 23と画像メモリ 601及び画歪補正パラメータデコーダ 33に接続される。また、補間係数生成部 25は画歪補正パラメータデコーダ 33に接続され、データ補間計算部 26はデータ取得部 24及び補間係数生成部 25に接続
10 される。

なお、画像メモリ 601はデータ書き込み部 21及びデータ取得部 24に接続され、画像メモリ 602はデータ補間計算部 26及びデータ取得部 29に接続される。また、画歪補正パラメータデコーダ 33は補間位相・入力データ座標計算部 23及びデータ取得部 24に接続される。

- 15 一方、演算制御部 27は同期信号生成部 800に接続され、補間位相・入力データ座標計算部 28は演算制御部 27及び制御マイコン 8に接続される。また、データ取得部 29は補間位相・入力データ座標計算部 28と画像メモリ 602及び画歪補正パラメータデコーダ 34に接続され、補間係数生成部 30は画歪補正パラメータデコーダ 34に接続さ
20 れる。また、データ補間計算部 31はデータ取得部 29及び補間係数生成部 30に接続され、出力データバッファ 32はデータ補間計算部 31及び同期信号生成部 800に接続される。

- なお、出力データバッファ 32の出力ノードは表示系処理部 1300及び記録部 1100に接続される。また、画歪補正パラメータデコーダ
25 34は補間位相・入力データ座標計算部 28に接続される。

上記のような構成を有する信号処理部 10 では、まず水平 1 次元補間部 501 が水平方向 (x 方向) の 1 次元補間演算を実行し、続いて垂直 1 次元補間部 502 が垂直方向 (y 方向) の 1 次元補間演算を実行する。ここで、信号処理部 10 による該演算の概要を、第 3 A 図乃至第 3 B 図を参照しつつ説明する。なお、第 3 A 図乃至第 3 B 図においては、x 及び y 方向にそれぞれ 4 つ並んだ (4 × 4) 合計 16 個からなる画像データを用いて出力画像の各点の画像データが決定される場合が例示される。

そして、第 3 A 図は x 方向の補正により、歪みを伴う原画像を構成する点 B1 ~ B4 に対応してそれぞれ点 B10 ~ B40 の画像データが算出されたことを示し、第 3 B 図はさらに y 方向の補正により、点 B10 ~ B40 に対応して点 b1 ~ b4 の画像データが算出されたことを示す。

より具体的には、例えば水平方向に連続した点 B1 を跨ぐ 4 つの格子点の画像データに所定の補間演算を施すことにより点 B10 の画像データが算出され、同様に点 B2 ~ B4 に対応してそれぞれ点 B20 ~ B40 の画像データが算出される。

次に、第 3 B 図に示されるように、例えば点 B30 に対しては、垂直方向に連続した点 B30 を跨ぐ破線内の 4 つの格子点 (点 K20 ~ K23) における画像データに所定の補間演算を施すことにより点 b3 の画像データが算出される。また同様に、点 B10, B20, B40 に対応してそれぞれ点 b1, b2, b4 の画像データが算出される。

ここで、上記のような水平方向における 1 次元補間演算は、データ補間計算部 26 に含まれる第 4 図に示された水平処理回路 40 により実現される。第 4 図に示されるように水平処理回路 40 は、ラインメモリ 900 と、ラインメモリ 900 の出力ノードに直列接続された 4 つのレジスタ 901 と、各レジスタ 901 から出力されたデータと対応する補間係数 CH_k ($k = 0 \sim 3$) とを乗算する 4 つの乗算回路 902 と、4 つ

の乗算回路 9 0 2 により得られたデータを加算する加算回路 9 0 3 とを含む。

5 なお、上記のような垂直方向における 1 次元補間演算は後述する第 2 5 図に示された回路により実現されるが、これについては後に詳しく説明する。

次に、第 2 図に示された信号処理部 1 0 の動作の概要を説明する。まずデータ変換部 4 0 0 から水平 1 次元補間部 5 0 1 へ入力された画像データは、データ書き込み部 2 1 によって書き込み制御信号と共に画像メモリ 6 0 1 へ供給され、該書き込み制御信号に応じて画像メモリ 6 0 1
10 に書き込まれる。

このとき、データ取得部 2 4 は読み出し制御信号を水平処理用の画像メモリ 6 0 1 へ供給することにより、画歪補正パラメータデコーダ 3 3 から供給される x 方向用の補正量パラメータ X_m に応じて、画像メモリ 6 0 1 から水平方向に並ぶ画像データを補間用データとして取得する。

15 そして、データ補間計算部 2 6 が補間係数生成部 2 5 から供給された補間係数を用いて水平方向の 1 次元補間演算を実行し、垂直処理用の画像メモリ 6 0 2 が該演算結果を格納する。

次に、垂直 1 次元補間部 5 0 2 では、データ取得部 2 9 が画歪補正パラメータデコーダ 3 4 から供給される y 方向用の補正量パラメータ Y_m
20 に応じて、垂直処理用の画像メモリ 6 0 2 から垂直方向に並ぶ画像データを補間用データとして取得する。そして、データ補間計算部 3 1 が補間係数生成部 3 0 から供給された補間係数を用いて垂直方向の 1 次元補間演算を実行し、出力データバッファ 3 2 は出力同期信号に応じて該演算結果を出力する。

25 なお、上記のように、水平 1 次元補間部 5 0 1 及び垂直 1 次元補間部 5 0 2 により実行される補間演算は 1 次元補間演算とされるため、キュー

一ピック補間のような4タップのフィルタ、又はより高次タップ数のフィルタを用いることができる。

すなわち、1次元補間演算は上記のように簡易な回路により実現されるため、2次元補間演算では難しい高次タップのフィルタによる演算が
5 容易に実現できることから、より高画質な画像を得ることができる。なお、一般的な画素数変換回路などは1次元補間を実行する回路とされているため、既存の該回路を上記演算に共用しても良い。

また、上記においては、水平方向の1次元補間演算を実行した後に垂直方向の1次元補間演算を実行する実施の形態を説明したが、逆に垂直
10 方向の1次元補間演算を先に実行し、その後に水平方向の1次元補間演算を実行するようにしても良い。なお、この場合にはデータ変換部400から出力される画像データは垂直1次元補間部502へ入力され、垂直1次元補間演算が施された後に一旦水平処理用の画像メモリ601へ格納される。そして、このように画像メモリ601に格納された画像
15 データは、さらに水平1次元補間部501により水平1次元補間演算が施され、完全に歪みが補正されて信号処理部10の外部へ出力される。

また、上記における演算処理は1系統のデータに適用するのみならず、色信号(RGB, YUV)に対して系統毎に適用しても良い。さらに、動画像に対して該補間演算を施す場合には、垂直同期信号に同期して該
20 演算を実行すれば良い。

ところで、ビデオカメラやデジタルスチルカメラなどの撮像装置では、いわゆる光学ズーム機能や手ぶれ補正機能が搭載されることが多い。ここで、上記機能により光学ズームを行うと、テレ(ズームアップ)かワイド(ズームダウン)かに応じてレンズの歪み特性が変動する。すなわち、
25 一般的に、ワイドの向きにレンズ200が移動すると画像に樽歪み

が生じ、テレの向きにレンズ 200 が移動すると画像に糸巻き型の歪みが発生する。

このとき、該光学ズームに応じた適切な補正ベクトルにより該画像が補正されないときは画質が劣化するため、補正パラメータデコーダ 9 は
5 レンズの位置に応じた最適な補正量パラメータを選択するものとされる。

具体的には、補正パラメータデコーダ 9 は制御マイコン 8 からレンズ 200 の位置を示す情報を受け取り、補正パラメータエンコーダ 5 から供給された圧縮データ P c を該位置情報に応じて選択的にデコードする。

このように、第 1 図に示された画像処理装置 2 によれば、レンズ 20
10 0 の特性が変動するような場合においても、該特性に応じてデコードされた補正量パラメータのみが補間演算に使用されるため、該演算に使用されるデータ量を最小限に抑えることができ、その結果として製造コストを低減することができる。

次に、上記手ぶれ補正機能について説明する。一般的に、手ぶれによる画像の歪みを補正する方法には、アクティブプリズム方式やアクティブ
15 プレンズ方式のようにレンズ等の位置を制御して該画像を光学的に補正する方法と、アクティブイメージエリア方式のように得られた画像信号に所定の処理を施すことにより電氣的に補正する方法とがある。

ここで、光学的な補正方法はレンズ 200 の位置に応じてレンズ特性
20 が変動することから、本発明の実施の形態に係る画像処理装置 2 で実現するのは難しい。

一方、上記の電氣的な補正方法は、角速度センサ等により検知された手ぶれ位置の情報に基づいて、画像全体から一部（有効エリア）の画像を切り出す信号処理により実現される。このとき、該有効エリアの位置
25 等に応じて画像処理の対象が変化するため、該対象に応じて補間演算を施す際に使用する補正ベクトルを変更する必要がある。

そこで、補正パラメータデコーダ 9 はさらに、制御マイコン 8 から手ぶれ位置の情報を受け取り、補正パラメータエンコーダ 5 から供給された圧縮データ P c を該位置情報に応じて選択的にデコードすることによって、手ぶれ補正を実現する。

- 5 なお、本実施の形態に係る画像処理装置 2 では、レンズ 2 0 0 を交換したような場合にも同様に、補正パラメータデコーダ 9 が該新たなレンズ 2 0 0 等に応じて選択的に該圧縮データ P c をデコードすることとすれば、部品交換後においても容易に高画質の画像を得ることができる。

- 次に、第 5 図及び第 6 図のフローチャートを参照しつつ、第 2 図に示
10 された水平 1 次元補間部 5 0 1 の動作を詳しく説明する。まず、演算制御部 2 2 は、同期信号生成部 8 0 0 から供給される内部同期信号に応じて制御タイミング信号を生成する。そして、補間位相・入力データ座標計算部 2 3 は、演算制御部 2 2 から供給された制御タイミング信号に応じて動作し、信号処理部 1 0 に入力された画像に歪みがない場合における座標系での補間点の座標を小数点付きで計算する。
15

- 具体的には、ステップ S 1 において補間位相・入力データ座標計算部 2 3 は、第 7 A 図に示されるように歪み補正され等倍変換された画像上の座標 (x, y) として、切り出した画像 C I の左上の座標 (S x, S y) を初期設定し、画歪補正パラメータデコーダ 3 3 へ補正パラメータ
20 要求信号 R x を供給する。一方、ステップ S 2 において、画歪補正パラメータデコーダ 3 3 は供給された補正パラメータ要求信号 R x 及び該座標 (S x, S y) に対応する補正量パラメータ X m を求め、データ取得部 2 4 及び補間係数生成部 2 5 へ供給する。

- ここで画歪補正パラメータデコーダ 3 3 は、例えば R O M (Read
25 Only Memory) を内蔵し、該 R O M に x 座標と補正量パラメータ X m との間の対照テーブルを予め格納しておくようにしても良いし、補正量

パラメータ X_m を x 座標のある関数として近似し、該関数を用いて補正量パラメータ X_m を求めても良いが、後に詳しく説明する。

次に、ステップ S 3 において、データ取得部 2 4 は補間位相・入力データ座標計算部 2 3 から供給された座標 (X , Y) に、画歪補正パラメータデコーダ 3 3 から供給された補正量パラメータ X_m に応じた補正量ベクトル (X_m , 0) を加える。これより、第 7 B 図に示されるように、補正前の原画像 O I において上記座標 (X , Y) に対応する点の座標 ($X + X_m$, Y)、すなわち補正ベクトルが求められたことになる。

なお、データ取得部 2 4 の代わりに、画歪補正パラメータデコーダ 3 3 が補間位相・入力データ座標計算部 2 3 から供給された x 座標に応じて上記補正ベクトルを求め、該補正ベクトルをデータ取得部 2 4 へ供給するようにしても良い。

このとき、データ取得部 2 4 は x 座標の整数値が X_m を加えることで変化したか否かを判断し、変化したと判断した場合にはステップ S 5 へ進み、変化していないと判断した場合にはステップ S 6 へ進む。

ステップ S 5 では、データ取得部 2 4 が、さらに該整数値は 2 以上変化したか否かを判断し、2 以上変化したと判断した場合にはステップ S 8 へ進み、1 のみ変化したと判断した場合にはステップ S 7 へ進む。一方、ステップ S 6 では、画像メモリ 6 0 1 がデータ取得部 2 4 から供給されたホールド信号 S_h に応じて、前サイクルに出力したものと同一補間用データを再度データ取得部 2 4 へ供給する。

上記において、データ取得部 2 4 は生成された補正ベクトルの x 成分 ($X + X_m$) の整数値に応じて画像メモリ 6 0 1 から読み出すべきデータのアドレスを生成し、読み出し制御信号を画像メモリ 6 0 1 に供給することによって該アドレスに応じた補間用データを取得する。

ここで、画像メモリ 601 は先頭アドレスからアドレスを 1 ずつインクリメントしつつ該アドレスに応じた補間用データを順次出力すると共に、データ取得部 24 からホールド信号 S_h が供給されることによって、上記インクリメントを一時的に停止する。

- 5 なお、画像メモリ 601 はデータ取得部 24 から読み出し開始アドレスを受け取り、該読み出し開始アドレスを上記先頭アドレスとした所定数の連続データを出力するものであっても良い。

ここで、上記ホールド信号 S_h 及び読み出し開始アドレスは、画歪補正パラメータデコーダ 33 から出力される補正量パラメータ X_m の整数成分から求められる。

10

一方、補間係数生成部 25 は、画歪補正パラメータデコーダ 33 から供給される補正量パラメータ X_m の小数成分を水平補間フィルタの位相として扱い、該小数成分に応じて補間係数を生成する。なお、このような動作は、信号処理部 10 に入力される画像 102 が RGB フォーマットの場合に適用される。一方、YUV フォーマットの場合には輝度信号 Y のフィルタ位相は RGB フォーマットのフィルタ位相と同じように扱うことができ、色差信号 C_b/C_r については、補正量パラメータ X_m の小数成分だけでなく整数成分も併用して該位相を算出することができる。

15

- 20 そして、ステップ S7 においてデータ補間計算部 26 は、データ取得部 24 から供給された補間用データと上記補間係数とに応じて 1 次元補間演算を実行し、ステップ S9 へ進む。

ここで、上記の 1 次元補間演算では、例えば YUV フォーマットにおいては、第 7C 図に示されるように補正ベクトル $(X + X_m, Y)$ の近傍から水平方向において 8 画素の輝度データ D_t が補間用データとして利用され、上記小数成分を位相とした 8 タップの補間演算が実行される。

25

なお、該補間演算により得られた結果は出力画像の輝度データ等として利用され、これより水平方向の歪みが補正される。

一方、ステップS 8ではデータ取得部2 4が補間位相・入力データ座標計算部2 3と画歪補正パラメータデコーダ3 3及びデータ補間計算部2 6へスキップ信号s kを供給し、これら補間位相・入力データ座標計算部2 3と画歪補正パラメータデコーダ3 3及びデータ補間計算部2 6の動作を停止させる。

ここで、ステップS 5においてx座標が2以上変化したと判断される場合は、実際に補間演算する中心座標が2画素以上移動する場合を意味するため、データ補間計算部2 6による画像メモリ6 0 2へのデータ出力が中断される。また、実際に補間演算する中心座標が2画素以上移動する場合は、画歪補正パラメータデコーダ3 3から出力される補正量パラメータXmの小数成分（補間位相）は次サイクルまで保持されることから、画歪補正パラメータデコーダ3 3の動作が停止される。

そして、ステップS 1 3では、補間位相・入力データ座標計算部2 3がx座標に水平方向の拡大縮小パラメータH aを加算し、ステップS 2へ進む。なお、この拡大縮小パラメータH aは、補正後の画像に対する歪みを持った原画像の水平方向における長さの比により決定され、補正後に画像を水平方向に拡大する場合には1より小さな値とされ、逆に縮小する場合は1より大きな値とされ、等倍の場合には1とされる。

ステップS 9ではデータ補間計算部2 6が、得られた画像データを垂直処理用ラインバッファからなる画像メモリ6 0 2へ格納する。そして、ステップS 1 0では補間位相・入力データ座標計算部2 3が現時点のx座標を基に1ライン分、すなわち出力水平画素数H S分の画像データが画像メモリ6 0 2へ出力されたか否かを判断し、1ライン分のデータが

出力されたと判断した場合にはステップS 1 1へ進み、1ライン分のデータが出力されていないと判断した場合にはステップS 1 3へ進む。

5 ステップS 1 1では補間位相・入力データ座標計算部2 3がx座標をS xとすると共に、y座標に1を加える。そして、ステップS 1 2では補間位相・入力データ座標計算部2 3がさらにy座標を基に1フレーム分、すなわち出力垂直ライン数分の画像データが画像メモリ6 0 2へ出力されたか否かを判断し、1フレーム分のデータが出力されたと判断した場合には動作を終了し、1フレーム分のデータが出力されていないと判断した場合にはステップS 1 3へ進む。

10 以上より、水平1次元補間部5 0 1は、歪みを持った原画像に対して水平方向の1次元補間演算を施すことにより、水平画歪み補正処理と水平方向の拡大・縮小処理を同時に実現し、得られた画像を垂直処理用の画像メモリ6 0 2に保存する。

15 なお、上記水平1次元補間による等倍変換の具体例が第8図に示される。ここで、第8図は輝度信号に関する変換を示し、第8図(a)は信号処理部1 0に入力された補間用データD 0～D 9、第8図(b)及び第8図(f)は補正量パラメータX_m、第8図(c)及び第8図(d)はそれぞれ補正後の画像を構成するデータのサンプリング位置及び番号を示す。

20 また、第8図(e)は補間位相・入力データ座標計算部2 3から画歪補正パラメータデコーダ3 3へ供給されるx座標(x_t)を示し、第8図(g)はデータ取得部2 4により生成される補正ベクトルのx座標(補正パラメータ)、第8図(h)は補正前の画像における補間用データのアドレス、第8図(i)は補間位相をそれぞれ示す。

25 例えば、第8図に示されるように、補正後の画像においてx座標が2.0の点に位置するデータの補正量パラメータX_mは1.25とされる。

その結果、補正前の画像における該点の対応点の x 座標は、該 2.0 に補正量パラメータ X_m を加算して 3.25 と求められる。このとき、該 x 座標 (3.25) の整数成分 (3) が補正前の画像における該データのアドレスを示し、0.25 が補間位相を示す。従って、補正後の画像における x 座標が 2.0 の点の輝度信号は、補正前の画像において 3 近傍の x アドレスを有する複数の連続データを対象とし、水平補間フィルタの位相を 0.25 とした 1 次元補間演算により求められることになる。

第 9 図は、第 8 図に示された等倍変換の動作タイミングを示すタイミング図である。ここで、第 9 図 (a) は演算制御部 22 に供給される内部同期信号を示し、第 9 図 (b) は演算制御部 22 により生成される制御タイミング信号、第 9 図 (c) はデータ取得部 24 から画像メモリ 601 に供給される読み出し制御信号、第 9 図 (d) は画像メモリ 601 からデータ取得部 24 へ入力される補間用データ、第 9 図 (e) は補間位相・入力データ座標計算部 23 から画歪補正パラメータデコーダ 33 へ供給される x 座標 (x_t) をそれぞれ示す。

また、第 9 図 (f) は画歪補正パラメータデコーダ 33 から出力される補正量パラメータ X_m を示し、第 9 図 (g) はデータ取得部 24 により生成される補正パラメータ、第 9 図 (h) は補正前の画像における補間用データのアドレス、第 9 図 (i) は補間位相、第 9 図 (j) 及び第 9 図 (k) はそれぞれデータ取得部 24 により生成されるスキップ信号 s_k 及びホールド信号 S_h 、第 9 図 (l) は画像メモリ 601 から読み出される 2 タップのデータ、第 9 図 (m) はデータ補間計算部 26 から画像メモリ 602 へ出力されるデータ、第 9 図 (n) はデータ補間計算部 26 で内部生成される出力イネーブル信号をそれぞれ示す。なお、ここでは説明を簡略化するために、一つのデータを得るための補間演算に

おいては、第9図(1)に示される2タップのデータが使用されるものとする。

第9図(b)に示されるように、時刻T1において制御タイミング信号が内部同期信号に応じてハイレベルに活性化されると、第9図(e)
5 示されるように補間位相・入力データ座標計算部23は0.0から1.0づつインクリメントされるx座標(x_t)を順次画歪補正パラメータデコーダ33へ供給する。

これより、第9図(f)に示されるように画歪補正パラメータデコーダ33は対応する補正量パラメータ X_m を求め、その後データ取得部
10 24は第9図(g)に示される補正パラメータを算出する。ここで、第9図(h)に示されるように、データ取得部24は該補正パラメータの整数成分から補正前の画像における補間用データの先頭アドレスを0と特定する。そして、第9図(c)及び第9図(d)に示されるように、データ取得部24は活性化された読み出し制御信号と共に、上記のように
15 に特定されたアドレス0を画像メモリ601へ供給する。

これより、第9図(d)に示されるように、画像メモリ601は該先頭アドレス0に対応するデータD0から順次補間用データをデータ取得部24へ連続的に出力する。

また、第9図(g)及び第9図(j)に示されるように、時刻T2においてデータ取得部24は補正パラメータの整数成分が2以上増加した
20 と判断すると、ハイレベル(H)のスキップ信号 s_k を生成して補間位相・入力データ座標計算部23とデータ補間計算部26及び画歪補正パラメータデコーダ33へ供給する。この結果、第9図(e)から第9図(g)に示されるように時刻T3から1サイクルの間補正パラメータの
25 生成動作が停止されると共に、第9図(m)及び第9図(n)に示されるように出力イネーブル信号がロウレベルに不活性化されることによっ

て、データ補間計算部 26 から画像メモリ 602 へのデータ出力が停止される。

また、第 9 図 (g) 及び第 9 図 (k) に示されるように、データ取得部 24 は時刻 T4 において生成された補正パラメータ (8.75) の整数成分が 1 サイクル前の補正パラメータ (8.25) の整数成分と同じであると判断し、時刻 T4 においてホールド信号 S_h をハイレベルに活性化させる。これより、第 9 図 (l) に示されるように時刻 T5 において、データ取得部 24 は画像メモリ 601 から前サイクルと同じ 2 タップの補間用データ D₈, D₉ を取得する。

- 10 なお、第 10 図は第 8 図と同様に水平 1 次元補間による拡大変換の具体例を示し、第 11 図は第 9 図と同様に該拡大変換の動作タイミングを示す。この拡大変換の例では、第 10 図 (e) に示されるように、データ番号が 2 から 6 近傍までのデータが水平方向の拡大縮小パラメータ H_a を 0.5 として水平方向に拡大される。ここで、第 10 図 (b) はデータ番号が 0 から 9 までの 10 個のデータについての補正量パラメータ X_mを示し、第 10 図 (f) は該拡大による補間点、すなわち x 座標が 2.0 から 6.5 までにおける 0.5 間隔の 10 個の点における補正量パラメータ X_mを示す。

- 20 そして、このような拡大変換においては、第 11 図 (g) に示されるように時刻 T2, T3, T4, T5, T6 において補正パラメータの整数成分が変化しないため、各時刻において 1 サイクルの間ホールド信号 S_h がハイレベルに活性化される。

- 25 次に、第 12 図及び第 13 図のフローチャートを参照しつつ、第 2 図に示された垂直 1 次元補間部 502 の動作を詳しく説明する。まず、演算制御部 27 は、同期信号生成部 800 から供給される内部同期信号に応じて制御タイミング信号を生成する。そして、補間位相・入力データ

座標計算部 28 は、演算制御部 27 から供給された制御タイミング信号に応じて動作し、信号処理部 10 に入力された画像に歪みがない場合における座標系での補間点の座標を小数点付きで計算する。

具体的には、ステップ S1 において補間位相・入力データ座標計算部 28 は、第 14A 図に示されるように歪み補正され等倍変換された画像上の座標 (x, y) として、切り出した画像 C I の左上の座標 (S_x, S_y) を初期設定し、画歪補正パラメータデコーダ 34 へ補正パラメータ要求信号 R_y を供給する。一方、ステップ S2 において、画歪補正パラメータデコーダ 34 は供給された補正パラメータ要求信号 R_y に応じて該 y 座標に対応する補正量パラメータ Y_m を求め、データ取得部 29 及び補間係数生成部 30 へ供給する。

ここで画歪補正パラメータデコーダ 34 は、例えば ROM (Read Only Memory) を内蔵し、該 ROM に y 座標と補正量パラメータ Y_m との間の対照テーブルを予め格納しておくようにしても良いし、補正量パラメータ Y_m を y 座標のある関数として近似し、該関数を用いて補正量パラメータ Y_m を求めても良いが、後に詳しく説明する。

次に、ステップ S3 において、データ取得部 29 は補間位相・入力データ座標計算部 28 から供給された座標 (X, Y) に、画歪補正パラメータデコーダ 34 から供給された補正量パラメータ Y_m に応じた補正量ベクトル $(0, Y_m)$ を加える。これより、第 14B 図に示されるように、補正前の原画像 O I において上記座標 (X, Y) に対応する点の座標 $(X, Y + Y_m)$ 、すなわち補正ベクトルが求められる。このとき、データ取得部 29 は生成された補正ベクトルの y 成分 $(Y + Y_m)$ の整数値に応じて画像メモリ 602 から読み出すべきデータのアドレスを生成し、メモリ制御信号と共に画像メモリ 602 へ供給する。

なお、データ取得部 29 の代わりに、画歪補正パラメータデコーダ 34 が補間位相・入力データ座標計算部 28 から供給された y 座標に応じて上記補正ベクトルを求め、該補正ベクトルをデータ取得部 29 等へ供給するようにしても良い。

- 5 そして、ステップ S 4 においては、垂直処理用の画像メモリ 602 が供給された上記アドレスに応じて、座標 X において垂直方向に複数ラインに渡って並ぶ複数の補間用データを同時にデータ取得部 29 へ出力する。

- 10 ここで、画像メモリ 602 は、データ取得部 29 から読み出しを開始する先頭アドレスを受け取り、該アドレスを 1 づつインクリメントすることにより該アドレスに応じた補間用データを順次出力するか、あるいは、アドレスをインクリメントすることなく、受け取った該先頭アドレスから所定数連続したデータを出力するものとされる。ここで、上記先頭アドレスは、画歪補正パラメータデコーダ 34 から出力される補正量
15 パラメータ Y_m の整数成分から求められる。

一方、補間係数生成部 30 は、画歪補正パラメータデコーダ 34 から供給される補正量パラメータ Y_m の小数成分を垂直補間フィルタの位相として扱い、該小数成分に応じて補間係数を生成する。

- 20 そして、ステップ S 5 においてデータ補間計算部 31 は、データ取得部 29 から供給された補間用データと上記補間係数とに応じて 1 次元補間演算を実行する。なお、上記補間演算は、信号処理部 10 に入力される画像 102 が RGB フォーマットの場合にのみ適用されるものでない。すなわち、YUV フォーマットの場合、輝度信号と色差信号の垂直方向におけるデータ密度が同じ場合には輝度信号のフィルタ位相を色差信号
25 のフィルタ位相としても利用でき、該データ密度が異なる場合には補正

量パラメータ Y_m の小数成分だけでなく整数成分も併用することにより色差信号のフィルタ位相が算出される。

また、YUVフォーマットにおいては、第14C図に示されるように補正ベクトル (X , $Y + Y_m$) の近傍から垂直方向において例えば8画素の輝度データ D_t 等が補間用データとして利用され、上記小数成分を位相とした8タップの補間演算が実行される。なお、該補間演算により得られた結果は出力画像の輝度データや色差データとして利用され、これより垂直方向の歪みが補正される。

次に、ステップS6において、出力データバッファ32は該補間演算により得られた画像データを出力する。ステップS7では、補間位相・入力データ座標計算部23が現時点の x 座標を基に1ライン分、すなわち出力水平画素数 H_S 分の画像データが出力されたか否かを判断し、1ライン分のデータが出力されたと判断した場合にはステップS8へ進み、1ライン分のデータが出力されていないと判断した場合にはステップS10へ進む。

ステップS8では、補間位相・入力データ座標計算部28が x 座標を S_x とすると共に、 y 座標に垂直方向の拡大縮小パラメータ V_a を加算する。一方、ステップS10では x 座標に水平方向の拡大縮小パラメータ H_a を加算し、ステップS2へ戻る。なお、上記拡大縮小パラメータ V_a は、補正後の画像に対する歪みを持った原画像の垂直方向における長さの比により決定され、補正後に画像を垂直方向に拡大する場合には1より小さな値とされ、逆に縮小する場合は1より大きな値とされ、等倍の場合には1とされる。

ステップS9では補間位相・入力データ座標計算部28がさらに y 座標を基に1フレーム分、すなわち垂直ライン数（垂直画素数）分の画像データが出力データバッファ32から出力されたか否かを判断し、1フ

フレーム分のデータが出力されたと判断した場合には動作を終了し、1フレーム分のデータが出力されていないと判断した場合にはステップS10へ進む。

なお、以上のような垂直方向における1次元補間では、水平方向に関するデータの補間や画像の拡大・縮小を伴わないため、第14A図に示される水平方向のスキャンにおいては毎サイクル同様な動作が繰り返される。しかしながら、補正量パラメータ Y_m が大きいときには、画像メモリ602における格納場所に応じて然るべき補間用データを読み出す時間が大きくなる場合がある。このような場合に、データ取得部29は補間位相・入力データ座標計算部28及び画歪補正パラメータデコーダ34へ活性化された待機信号WTを供給し、待機信号WTの該活性期間において補間位相・入力データ座標計算部28及び画歪補正パラメータデコーダ34の動作を中断させる。

以上より、垂直1次元補間部502は、歪みを持った原画像に対して垂直方向の1次元補間演算を施すことにより、垂直画歪み補正処理と垂直方向の拡大・縮小処理を同時に実現し、完全に歪みの取れた画像を生成して出力する。

なお、上記垂直1次元補間による等倍変換の具体例が第15図に示される。ここで、第15図は輝度信号に関する変換を示すグラフであり、横軸はx座標、縦軸は補正されたy座標($Y + Y_m$)を示す。

そして、第15図において、y座標が0でx座標が0.0から10.0の11個の点は補正後の画像上における点を示し、矢印は該各点に対応する原画像上の点までの補正量パラメータ Y_m を示す。すなわち例えば、補正後の画像において座標(1.0, 0)の点は、補正前の原画像において座標(1.0, 7.1)の点に対応し、補正量パラメータが7.1で補間位相がその小数成分0.1とされる。

次に、第 1 図に示された前処理装置 3 及び補正パラメータデコーダ 9 について詳しく説明する。最初に、第 16 図に示されたフローチャートを参照しつつ、前処理装置 3 及び補正パラメータデコーダ 9 の動作の概要を説明する。

- 5 第 16 図に示されるように、ステップ S 1 では、補正パラメータエンコーダ 5 が補正パラメータ導出部 6 から全画素点の補正量ベクトルを読み込む。次に、ステップ S 2 に示されるように、補正パラメータエンコーダ 5 は該全画素点の補正量ベクトルを区分毎に分割するための格子線を決する。なお、該格子線の決定については後に詳しく説明する。
- 10 ステップ S 3 では、補正パラメータエンコーダ 5 が該格子線により分割された各区分の補正量ベクトルを圧縮して圧縮データ P c として補正パラメータデコーダ 9 へ供給すると共に、ステップ S 4 では撮像素子 300 が画像を撮像する。なお、補正量ベクトルの該圧縮については後に詳しく説明する。
- 15 そして、ステップ S 5 ではデータ変換部 400 が該撮像により生成されたアナログ画像信号をデジタル画像信号に変換する。ステップ S 6 では、補正パラメータデコーダ 9 は補正量パラメータの信号処理部 10 への読み出しに必要な格子を決定し、ステップ S 7 において信号処理部 10 から供給された座標を該格子に応じて正規化する。
- 20 次にステップ S 8 においては、補正パラメータデコーダ 9 が該格子を利用して補正パラメータエンコーダ 5 から供給された圧縮データ P c をデコードし、得られた補正量パラメータを信号処理部 10 へ供給する。そして、ステップ S 9 においては、信号処理部 10 が該補正量パラメータを用いて原画像に対する補間演算を施す。ここで、ステップ S 10 において制御マイコン 8 が信号処理部 10 への原画像の入力を終了させるか否かを判断し、終了させると判断した場合には画像処理装置 2 の動作

を終了させ、該入力を終了させないと判断した場合にはステップS 4へ戻る。

第17図は、第1図に示された補正パラメータエンコーダ5の構成を示すブロック図である。第17図に示されるように、補正パラメータエンコーダ5は格子分割部11とパラメータ圧縮部12とを含む。ここで、格子分割部11はユーザインタフェースに接続され、パラメータ圧縮部12は格子分割部11と補正パラメータ導出部6に接続される。以下において、第18A図乃至第18B図から第23図を参照しつつ、補正パラメータエンコーダ5の動作を詳しく説明する。

10 まず、格子分割部11はデータ変換部400により得られた画像102を複数の領域に分割するための格子線を決定する。そして、パラメータ圧縮部12は、このような格子線により分割された領域毎に格子点を利用して画像の補正量ベクトルを圧縮し、得られた圧縮データPcを補正パラメータデコーダ9へ供給する。

15 このような方法によれば、補正パラメータデコーダ9により保持すべき補正量ベクトルの数を削減することができると共に、全点の補正量ベクトルを保持する場合と同様にx及びy方向の補正ベクトルを分けて演算することができ、高速な補間演算を実現することができる。

以下において、第17図に示された格子分割部11による格子分割動作を説明する。なお、実際にはデータ変換部400により生成された画像102の歪みは中心（原点）に対して点対称に発生するため、第18A図に示されるように、画像102の1/4の領域、例えば第一象限Q1のみを格子分割の対象領域とすれば足りる。

すなわち、上記歪みは中心からの距離によって決まるため、第一象限Q1における画像処理はx座標又はy座標、あるいはその双方の符号を

反転させることにより他の象限における画像処理にそのまま適用することができる。

- 格子分割決定方法には、所定の領域を x 方向及び y 方向において均等に分割する方法（均等分割）と、各格子の幅が 2 のべき乗となるように
- 5 分割する方法（べき乗分割）と、最適分割位置において分割する方法（最適分割）とがある。

- ここで、格子分割部 11 はユーザインタフェースから格子分割方法を指定する信号 Lw と格子分割数を指定する信号 Ln とを受け取り、第 18B 図に示されるように、該指定された方法により格子 50 を用いて画
- 10 像 102 を指定された分割数に分割する。

- このとき、上記のような格子分割により得られた格子点における補正量ベクトル、すなわち各方向につき（1 / 格子幅）毎の補正量ベクトルのみが該補間演算に利用される。なお、上記べき乗分割では格子の幅が 2 のべき乗とされることにより、各格子点における補正量ベクトルの演
- 15 算が容易となるため、回路規模を軽減することができる。

以下において、第 19 図及び第 20 図のフローチャートを参照しつつ、格子分割部 11 により実行される上記最適分割方法を説明する。

- ステップ S1 では、まず画像処理における走査方向を x 方向と決定する。次に、ステップ S2 では第 18A 図に示される画面上端における 1
- 20 ライン $L1$ の補正量パラメータを取得して、該補正量パラメータの x 依存性を調べる。そして例えば、基準点を $x = 0$ としたときにおける該補正量パラメータ $Xm(x)$ の x 依存性の一例が第 21A 図に示される。

- ステップ S3 では、該基準点（原点）の 2 画素右方にターゲット点を設定し、基準点と該ターゲット点との間（一区分）における全点を 2 次
- 25 多項式（以下、「区分 2 次多項式」ともいう）でフィッティングする。

このとき、該区分において補正量パラメータ $X_m(x)$ の値と該 2 次多項式により求められた補正量との差（コストともいう）が所定値より小さいという条件を満たす場合には、ターゲット点をさらに右へ 1 画素ずらして該コスト計算を繰り返す。このようにして、上記条件を満足す

5 最大点を探査する（右方向探索）。

ステップ S 4 では基準点をターゲット点にずらし、次区分における右方向探索を実行する。なお、このような方法により、例えば第 2 1 B 図に示された点 X_1 , X_2 , X_3 が順次決定され、 x の関数としての補正量パラメータ $X_m(x)$ が区分毎に 2 次多項式で近似される。

10 ステップ S 5 ではターゲット点が右端であるか否かを判断し、右端であると判断した場合にはステップ S 6 へ進むと共に、右端でないと判断した場合にはステップ S 3 へ戻る。

ステップ S 6 では右端のデータを基準点として該基準点の 2 画素左方にターゲット点を設定し、上記右方向探索と同様に左方向探索を実行する。そして、該コスト計算によりある区分が決定された後は、ステップ S 7 において基準点を該ターゲット点にずらし、次区分における左方向探索を実行する。なお、このような方法により、例えば第 2 1 C 図に示された点 X_5 , X_4 が順次決定され、 x の関数としての補正量パラメータ $X_m(x)$ が区分毎に 2 次多項式で近似される。

20 ステップ S 8 ではターゲット点が左端であるか否かを判断し、左端であると判断した場合にはステップ S 9 へ進むと共に、左端でないと判断した場合にはステップ S 6 へ戻る。

次にステップ S 9 においては、第 2 1 D 図に示されるように、上記右方向探索により求められた点と左方向探索により求められた点とを比較し、全体の該コストが最小となる分割位置（最適点）を求める。ここで例えば、第 2 1 D 図に示されるように、点 X_4 と点 X_1 とを比較するこ

とにより点X 6を決定し、点X 5と点X 2とを比較することによって点X 7を決定する。

ステップS 1 0では、分割位置の探索方向がx方向であるか否かを判断し、x方向であると判断した場合にはステップS 1 1へ進むと共に、

- 5 x方向でなくy方向であると判断した場合には動作を終了する。

ステップS 1 1では、分割対象領域の右端における1ラインの補正量パラメータを取得して該補正量パラメータのy依存性を調べ、ステップS 3へ戻る。なお、基準点を $y = 0$ とし、横軸をy座標、縦軸を補正量パラメータ $X_m(y)$ とした関数は第2 1 A図と同様に示され、該関数
10 に対してx方向と同様に該探索動作が実行される。格子分割部1 1は、このようにx方向及びy方向においてそれぞれ分割位置を決定して格子5 0を確定する。なお、この確定された格子位置は、格子情報 L_i としてパラメータ圧縮部1 2へ供給される。

第1 7図に示されたパラメータ圧縮部1 2は、格子分割部1 1から供給された格子情報 L_i に応じて、各格子点における補正量ベクトルのみを保持する。そしてパラメータ圧縮部1 2は、第2 2 A図に示されるように格子5 0を構成する線分 L_2 を処理対象として決定する。ここで例えば、線分 L_2 の両端のx座標を X_0 及び X_2 とし、これら両端における補正量パラメータをそれぞれ X_{m0} 及び X_{m2} としたとき、線分 L_2
20 上の各点におけるx座標と補正量パラメータとの関係は例えば第2 2 B図のように示される。このとき、線分 L_2 上の画素におけるx座標を X_1 、補正量パラメータを X_{m1} として、以下の式(1)を満たす係数 C_a 、 C_b 、 C_c を算出する。

$$\left. \begin{array}{l} Ca \times X_0^2 + Cb \times X_0 + Cc = X_{m0} \\ Ca \times X_1^2 + Cb \times X_1 + Cc = X_{m1} \\ Ca \times X_2^2 + Cb \times X_2 + Cc = X_{m2} \end{array} \right\} \text{----- (1)}$$

- 5 なお、第22B図及び第22C図に示されるように、 X_1 は X_0 から X_2 まで順次1だけインクリメントされ、線分 L_2 上の各点において補正量パラメータの大きさと該区分2次多項式による近似値との差が順次比較される。そして、該差が最小となる点の x 座標及び補正量パラメータが、それぞれ X_1 及び X_{m1} として上記式(1)に代入される。

- 10 ここでパラメータ圧縮部12は、格子50をなす全線分について上記係数 C_a 、 C_b 、 C_c を算出して保持すると共に、これらの係数 C_a 、 C_b 、 C_c を圧縮データ P_c として補正パラメータデコーダ9へ供給する。

第23図は、第2図に示された x 方向用の画歪補正パラメータデコーダ33の構成を示すブロック図である。第23図に示されるように、画歪補正パラメータデコーダ33は歪みパラメータバッファ61と格子決定部62、正規化部63、関数変換部64、及び平面補間部65を含む。

- 15 ここで、歪みパラメータバッファ61は制御マイコン8及び補正パラメータエンコーダ5に接続され、格子決定部62と正規化部63及び関数変換部64は共に歪みパラメータバッファ61に接続される。さらに、格子決定部62は信号処理部10に接続され、正規化部63は格子決定部62に接続される。また、関数変換部64は正規化部63に接続され、
20 平面補間部65は関数変換部64に接続される。なお、信号処理部10は平面補間部65に接続される。

上記のような構成を有する画歪補正パラメータデコーダ 3 3 は、補正パラメータエンコーダ 5 から供給された圧縮データ P_c をデコードして画面上の各点における x 方向の補正量パラメータを復元するが、該動作を以下に詳しく説明する。

- 5 なお、第 2 図に示された y 方向用の画歪補正パラメータデコーダ 3 4 は、 x 方向用の画歪補正パラメータデコーダ 3 3 と同様な構成を有し、該画歪補正パラメータデコーダ 3 3 と同様に動作する。

- 10 まず歪みパラメータバッファ 6 1 は、補正パラメータエンコーダ 5 より圧縮データ P_c と、該圧縮データ P_c に対応する格子の位置を示す格子位置情報 L_p と、該格子の幅の逆数からなる格子定数情報 L_c とを入力して格納すると共に、制御マイコン 8 からコマンド信号 C_d を入力する。

- 15 格子決定部 6 2 は、信号処理部 1 0 から補正後の画像を求める点の x 座標 (x_t) 及び y 座標 (y_t) を補正パラメータ要求信号 R_x と共に受領し、該点が含まれる格子枠を決定する。ここで、格子決定部 6 2 は供給された座標 (x_t , y_t) と歪みパラメータバッファ 6 1 から供給される格子情報 L_I とを比較することにより該格子枠を決定する。

- 20 次に、正規化部 6 3 は格子決定部 6 2 により決定された格子枠の範囲で所定の補間演算を実行するため、座標 (x_t , y_t) を以下の式 (2) により正規化する。但し、ここでは第 2 4 A 図に示されるように、座標 (x_t , y_t) を含む格子枠の四隅の座標が (X_0 , Y_0) と (X_0 , Y_2)、(X_2 , Y_0) 及び (X_2 , Y_2) であると仮定する。

$$\left. \begin{aligned} p_x &= \frac{x_t - X_0}{X_2 - X_0} \\ p_y &= \frac{y_t - Y_0}{Y_2 - Y_0} \end{aligned} \right\} \text{----- (2)}$$

なお、上記式（２）における $1 / (X_2 - X_0)$ 及び $1 / (Y_2 - Y_0)$ の値は補正パラメータエンコード５に含まれた格子分割部１１において算出され、正規化部６３は歪みパラメータバッファ６１から該値を
 5 格子定数情報Ｌｃとして受領する。これより、正規化部６３において上記値を用いた乗算を実行することによって、座標（ p_x , p_y ）が算出される。

関数変換部６４は、第２４Ｂ図に示されるように座標（ x_t , y_t ）を含む該格子枠において、 x 又は y の関数としての補正量パラメータ f
 10 （ x ）と g （ x ）、 m （ y ）、及び n （ y ）を求める。また関数変換部６４は、上記４つの関数のそれぞれにおける係数 C_a , C_b , C_c を、係数情報ＣＬとして歪みパラメータバッファ６１から受領する。

そして、関数変換部６４は、上記４つの関数を用いて上記座標（ x_t , y_t ）の補正量パラメータを求めるが、 x 方向及び y 方向における関数
 15 の連続性を担保するため、該４つの関数 f , g , m , n を例えば下記の式（３）に示されるような重み付けを考慮した近似関数 F , G , M , N に変換する。なお、式（３）における f_a , f_b , f_c は、関数 f において上記係数 C_a , C_b , C_c に対応する係数を示し、同様に g_a , g_b , g_c は関数 g の、 m_a , m_b , m_c は関数 m の、 n_a , n_b , n_c
 20 は関数 n の該係数をそれぞれ示す。

$$\left. \begin{aligned}
 F(x) &= 2 \times fa \times x^2 + (fb-fa) \times x + fc \\
 G(x) &= 2 \times ga \times x^2 + (gb-ga) \times x + gc \\
 M(y) &= 2 \times ma \times y^2 + (mb-ma) \times y + mc \\
 N(y) &= 2 \times na \times y^2 + (nb-na) \times y + nc
 \end{aligned} \right\} \text{----- (3)}$$

なお、関数変換部 6 4 は正規化部 6 3 より供給された座標 (p x, p y) を、そのまま平面補間部 6 5 へ供給する。

そして、平面補間部 6 5 は、関数変換部 6 4 により得られた関数 F, G, M, N と上記座標 (p x, p y) を示す情報とを用いて、下記の式 (4) によって上記座標 (x t, y t) における補正量パラメータ X m を算出する。

$$X_m = \frac{1}{2} \times \{(1-py) \times F(px) + py \times G(px) + (1-px) \times N(py) + px \times M(py)\} \text{----- (4)}$$

平面補間部 6 5 は、このような方法により算出された補正量パラメータ X m を、該パラメータの算出動作が終了したことを示すイネーブル信号 E N と共に信号処理部 1 0 へ供給する。なお、y 方向用の画歪補正パラメータデコーダ 3 4 は、上記と同様な方法により補正量パラメータ Y m を算出し、イネーブル信号 E N と共に信号処理部 1 0 へ供給する。

なお、格子枠をなす上記関数 f, g, m, n は、上記のように区分 2 次多項式によって近似する他、一般的に n 次多項式 (n は自然数) により近似しても良い。

第 2 5 図は、第 2 図に示された画像メモリ 6 0 2 とデータ取得部 2 9 及びデータ補間計算部 3 1 の構成を示す図である。なお、第 2 5 図は、

画像処理装置 2 が (4×4) タップの 16 画素の画像データを利用した補間演算によって各画素の画像データを生成する場合の構成を示す。

第 25 図に示されるように、画像メモリ 602 はセレクタ 67 と、垂直タップ数より 1 だけ大きな 5 つのメモリ、すなわち A メモリ 71 と B
5 メモリ 72、C メモリ 73、D メモリ 74、及び E メモリ 75 を含み、データ取得部 29 は制御部 80 と A バッファ 81、B バッファ 82、C バッファ 83、D バッファ 84、E バッファ 85、サイクル分割部 562、及びセレクタ 96～99 を含む。なお、サイクル分割部 562 はセレクタ 91～95 を含む。

10 ここで、データ取得部 29 には、上記のように垂直タップ数より 1 だけ多い 5 つのバッファ (A バッファ 81 から E バッファ 85) 及び対応する 5 つのセレクタ 91～95 と、垂直タップ数である 4 つのセレクタ 96～99 が含まれることになる。

また、データ補間計算部 31 は 4 つのレジスタ 901 及び乗算回路 9
15 02 と加算回路 43 を含む。

上記において、セレクタ 67 はデータ補間計算部 26 及び制御部 80 に接続され、A メモリ 71 と B メモリ 72、C メモリ 73、D メモリ 74、及び E メモリ 75 はセレクタ 67 に接続される。

また、制御部 80 は画歪補正パラメータデコーダ 34 に接続され、A
20 バッファ 81 は A メモリ 71 に接続され、B バッファ 82 は B メモリ 72 に接続される。同様に、C バッファ 83 は C メモリ 73 に接続され、D バッファ 84 は D メモリ 74 に接続され、E バッファ 85 は E メモリ 75 に接続される。

また、セレクタ 91 は A バッファ 81 に接続され、セレクタ 92 は B
25 バッファ 82 に接続され、セレクタ 93 は C バッファ 83 に接続される。同様に、セレクタ 94 は D バッファ 84 に接続され、セレクタ 95 は E

バッファ 8 5 に接続される。また、セクタ 9 6 ～ 9 9 はそれぞれ 5 つのセクタ 9 1 ～ 9 5 に接続される。なお、セクタ 9 1 ～ 9 9 はそれぞれ制御部 8 0 により制御される。

また、セクタ 9 6 ～ 9 9 にはそれぞれレジスタ 9 0 1 が接続され、
5 各レジスタ 9 0 1 には乗算回路 9 0 2 が接続される。そして、4 つの乗算回路 9 0 2 は一つの加算回路 4 3 が接続される。

ここで、上記のように、データ補間計算部 2 6 により水平方向の補間処理がなされたデータは画像メモリ 6 0 2 へ書き込まれ、同時にデータ取得部 2 9 により画像メモリ 6 0 2 から取得されたデータに垂直方向の
10 補間処理が施されるため、処理待ち時間としてのフレーム遅延を生じさせることなく画歪み補正が実行される。

以下において、第 2 5 図に示された画像メモリ 6 0 2 とデータ取得部 2 9 及びデータ補間計算部 3 1 の動作を詳しく説明する。まず、水平方向の補間処理がなされたデータはデータ補間計算部 2 6 から順次セクタ 6 7 へ供給されるが、該データは制御部 8 0 により制御されるセクタ 6 7 によって A メモリ 7 1 から E メモリ 7 5 までの 5 つのメモリへ振り分けられて格納される。
15

そして、A メモリ 7 1 に格納されたデータは A バッファ 8 1 を介してセクタ 9 1 へ供給され、B メモリ 7 2 に格納されたデータは B バッファ 8 2 を介してセクタ 9 2 へ供給される。同様に、C メモリ 7 3 に格納されたデータは C バッファ 8 3 を介してセクタ 9 3 へ供給され、D メモリ 7 4 に格納されたデータは D バッファ 8 4 を介してセクタ 9 4 へ供給され、E メモリ 7 5 に格納されたデータは E バッファ 8 5 を介してセクタ 9 5 へ供給される。
20

ここで、サイクル分割部 5 6 2 に含まれた各セクタ 9 1 ～ 9 5 は、
25 制御部 8 0 による制御に応じて、A バッファ 8 1 から E バッファ 8 5 へ

例えば2画素単位で読み出されたデータを分割し、1サイクル毎に1画素分のデータをセクタ96～99へ供給する。

そして、各セクタ96～99はセクタ91～95から供給されたデータを制御部80による制御により選択的にレジスタ901へ出力する。これより、垂直方向の補間処理に必要なタップ数である4つのデータが、選択的にデータ補間計算部31へ供給されることになる。

さらに、レジスタ901に格納された各データは、各乗算回路902において補間係数C0～C3との間で積がとられ、該4つの積が加算回路43で加算されることにより垂直方向の補間演算が施され、出力データバッファ32へ供給される。

ここで、第26図を参照しつつ、本発明の実施の形態に係る画像処理装置2の動作を説明する。なお、第26図(a)～(d)においては、1フレーム分の画像データが示される。

まず第26図(a)に示されるように、時刻T1から信号処理部10へ画像データが入力されると、時刻T2から水平1次元補間部501により水平方向の補間処理が施される。そして、第26図(c)に示されるように、水平方向の補間処理が施された画像は時刻T2以降において、画像メモリ602に含まれたAメモリ71からEメモリ75へ順次書き込まれる。ここで、例えば奇数サイクルにおいて画像メモリ602からデータ取得部29へ垂直処理用のデータが読み出され、偶数サイクルにおいてデータ補間計算部26から水平処理がなされたデータが画像メモリ602へ書き込まれることによって、2サイクル周期による歪み補正処理が実行される。

このとき、第27図に示されるように、画像102における水平ラインの最大歪み曲線104における垂直方向の最大歪み量に応じたライン数分のデータDmxが画像メモリ602に格納された時刻T3から、各

ラインの垂直方向における補間演算が順次実行される。従って、該補間演算における遅延時間は時刻T1から時刻T3までとされ、1フレーム分のデータに水平方向の補間処理が施される時間（フレーム遅延）を待ち時間とする必要がないため、リアルタイムに画歪み補正を実行することが

5 とができる。

また、全体として画像メモリ602は、垂直方向においては上記最大歪み量に対応したライン数と垂直処理用タップ数（例えば4タップ）を加算した数、水平方向においては信号処理部10へ入力された画像の水平方向画素数分のデータを記憶するメモリ容量を有する。なお、第25
10 図に示されたAメモリ71からEメモリ75までの5つのメモリは例えば同容量とされ、各メモリのポート幅は例えば32ビットとされる。

ここで、画像102の領域102Pにおけるデータを画像メモリ602へ格納する方法が第28図に示される。なお、第28図において

「A」から「E」は、それぞれ第25図に示された「Aメモリ」71から「Eメモリ」75を意味する。また、上記のように各メモリのポート
15 幅が32ビットで、1画素分のデータがY信号（輝度情報）とC信号（色差情報）を含む16ビットからなる場合には、セクタ67は2画素分のデータを単位として該データをAメモリ71からEメモリ75へ順次格納する。

すなわちセクタ67は、第28図に示されるように、まず0ライン目の0から23画素目までのデータをAメモリ71に格納し、次に1ライン目の0から23画素目までのデータをBメモリ72に格納する。また同様に、セクタ67は2ライン目の0から23画素目までのデータをCメモリ73に格納し、3ライン目の0から23画素目までのデータをDメモリ74に格納し、4ライン目の0から23画素目までのデータ
25

をEメモリ75に格納する。なお、セクタ67は、以下同様に各ラインのデータをライン毎に順次Aメモリ71からEメモリ75へ格納する。

以下において、データ取得部29に垂直タップ数より1多い数のバッファが必要とされる理由を説明する。歪みを持った画像102を局所的に見た場合、第29A図～第29C図のパターン1から3に示されるように、水平方向に隣接する2画素間においては画像データが垂直方向に2画素以上移動していることはない。

すなわち、第29A図のパターン1に示されるように水平方向に隣接する画素間で該画像データは垂直方向に全く移動しないか、第29B図や第29C図のパターン2やパターン3に示されるように垂直方向に1画素分移動するものの、第30A図や第30B図に示されるように、水平方向に隣接する画素間で該画像データが垂直方向に2画素分以上移動することはない。

ここで、該垂直4タップ処理においては、第31図に示されるように中心画素I_cに対して垂直方向に隣接する3つの周辺画素I_pを含めた4画素のデータを用いてフィルタリング処理が実行される。

このとき、第32図に示されるように、画像メモリ602に含まれたAメモリ71からEメモリ75の5つのメモリは、例えばそれぞれ32ビットのポートを持つものとされ、この場合には1回のアクセスにより該各ポートを介して16ビットの画像データが2画素分出力される。

すなわち、第32図に示されるように、1回のアクセスによってAメモリ71からは各々16ビットからなる画像データI_{a0}, I_{a1}が2画素単位で読み出され、Bメモリ72からは各々16ビットからなる画像データI_{b0}, I_{b1}が2画素単位で読み出され、Cメモリ73からは各々16ビットからなる画像データI_{c0}, I_{c1}が2画素単位で読み出される。また同様に、Dメモリ74からは各々16ビットからなる

画像データ I_{d0} , I_{d1} が 2 画素単位で読み出され、E メモリ 75 からは各々 16 ビットからなる画像データ I_{e0} , I_{e1} が 2 画素単位で読み出される。

5 このように、隣接する 2 画素分の画像データを垂直方向にタップ数より 1 だけ多く読み出すことによつて、隣接画素間の変化が第 29 A 図から第 29 C 図に示されるパターン 1 からパターン 3 までのいずれであっても、各列において同じ処理が実行される。すなわち例えば第 32 図の斜線部に示されるように、各列において中心画素 I_c の 1 つ上の画素から 2 つ下の画素まで垂直方向に並ぶ 4 つの画素における画像データを対象としたフィルタリング処理を実行することにより、水平方向に隣接する 2 画素の画像データがそれぞれ生成される。

 なお、隣接画素間の該変化が第 29 A 図から第 29 C 図に示されたパターン 1 からパターン 3 のどれにあたるかは、制御部 80 により該フィルタリング処理前に予め識別される。

15 より具体的には、制御部 80 が画歪補正パラメータデコーダ 34 から水平方向に隣接する 2 列における 2 つの中心画素 I_c の y 座標を受け、該 y 座標の差に応じてセレクタ 96 ~ 99 を制御することにより、第 32 図の斜線部に示された画像データがフィルタリング処理の対象として選択的にデータ補間計算部 31 へ供給される。

20 なお、上記においては例として 4 タップのフィルタリング処理を説明したが、本発明の実施の形態に係る画像処理方法は、画像メモリ 602 とデータ取得部 29 及びデータ補間計算部 31 をタップ数に応じた構成とし、画像メモリ 602 に対するデータの入出力サイクルを変更することによつて 4 タップ以外のフィルタリング処理にも適用することができることはいふまでもない。

25

以上より、本発明の実施の形態に係る画像処理システムによれば、撮像された光学歪みを伴う画像に対して水平及び垂直方向に1次元補間演算が施され、補正ベクトルが効率的に利用されるため、静止画像だけでなくリアルタイム処理が必要な動画像に対する歪み補正が簡易な構成により実現され、歪みの無い高画質な画像を容易に得ることができる。

5

また、本発明の実施の形態に係る画像処理システムによれば、信号処理によりリアルタイムに画像の歪みを補正することができるため、レンズ設計の自由度を高めることができ、レンズの小型化やレンズの低コスト化を容易に実現することができる。

10

本発明に係る画像処理装置と画像処理システム及び画像処理方法によれば、低コストでリアルタイムに原画像の歪みを補正することができるため、高画質な画像を容易に得ることができる。

請求の範囲

1. 歪みを持った原画像を供給された補正ベクトルに応じて補正する画像補正手段を含む画像処理装置であって、

5 外部から供給されるエンコードされた前記補正ベクトルをデコードし、デコードされた前記補正ベクトルを前記画像補正手段へ供給するデコード手段を備えたことを特徴とする画像処理装置。

2. ユーザインタフェースへの入力に応じたコマンドを前記デコード手段へ発行することにより、前記補正ベクトルを選択的にデコードさせるデコード制御手段をさらに備えた請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

3. 歪みを持った原画像を補正する画像処理装置であって、

前記原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータを用いて前記原画像に対し1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段と、

前記水平補正手段による補正により得られた画像に対し、前記原画像を構成する画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の垂直方向における歪みを補正する垂直補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

4. 前記水平補正手段は、前記1次元補間演算により画像データを求める画素点の水平方向における間隔を調整することによって、前記原画像を水平方向において伸縮すると共に、

前記垂直補正手段は、前記1次元補間演算により画像データを求める画素点の垂直方向における間隔を調整することによって、前記原画像を垂直方向において伸縮する請求の範囲第3項に記載の画像処理装置。

5. 前記水平補正手段は、

前記水平補正パラメータの整数成分に応じて前記画素点における画像データを選択的に取得する第一データ取得手段と、

前記水平補正パラメータの小数成分に応じて補間係数を生成する第一補間係数生成手段と、

前記第一データ取得手段により取得された前記画像データと、前記第一補間係数生成手段により生成された前記補間係数とを用いて前記1次元補間演算を実行する第一補間演算手段とを含み、

前記垂直補正手段は、

10 前記垂直補正パラメータの整数成分に応じて前記画素点における画像データを選択的に取得する第二データ取得手段と、

前記垂直補正パラメータの小数成分に応じて補間係数を生成する第二補間係数生成手段と、

15 前記第二データ取得手段により取得された前記画像データと、前記第二補間係数生成手段により生成された前記補間係数とを用いて前記1次元補間演算を実行する第二補間演算手段とを含む請求の範囲第3項に記載の画像処理装置。

6. 前記水平補正手段による補正により得られた水平補正画像を記憶する記憶手段をさらに備え、

20 前記垂直補正手段は、

前記記憶手段から前記垂直補正パラメータに応じた前記水平補正画像を取得するデータ取得手段と、

前記データ取得手段により取得された前記水平補正画像に対して、前記垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施す補間演算手段とを含む請求の範囲第3項に記載の画像処理装置。

7. 歪みを持った原画像を補正する画像処理装置であって、

前記原画像を構成する画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を前記原画像に対して施すことにより、前記原画像の垂直方向における歪みを補正する垂直補正手段と、

- 前記垂直補正手段による補正により得られた画像に対し、前記原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

8. 歪みを持った原画像を供給された補正ベクトルに応じて補正する画像補正手段を含む画像処理システムであって、

前記原画像を構成する画素点における前記補正ベクトルを選択的にエンコードするエンコード手段と、

- 前記エンコード手段から供給されるエンコードされた前記補正ベクトルをデコードし、デコードされた前記補正ベクトルを前記画像補正手段へ供給するデコード手段を備えたことを特徴とする画像処理システム。

9. 歪みを持った原画像を補正する画像処理システムであって、

前記原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータと、前記画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを選択的にエンコードするエンコード手段と、

- 前記エンコード手段から供給されるエンコードされた前記水平補正パラメータをデコードする水平デコード手段と、

前記水平デコード手段によりデコードされた前記水平補正パラメータを用いた1次元補間演算を前記原画像に対して施すことにより、前記原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段と、

- 前記エンコード手段から供給されるエンコードされた前記垂直補正パラメータをデコードする垂直デコード手段と、

前記水平補正手段による補正により得られた画像に対し、前記垂直デコード手段によりデコードされた前記垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の垂直方向における歪みを補正する垂直補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理システム。

5 10. 前記エンコード手段は、

ユーザインタフェースから供給される制御信号に応じて前記原画像を格子分割する格子分割手段と、

前記格子分割により得られた格子点における前記水平補正パラメータを選択的に圧縮して前記水平デコード手段へ供給すると共に、前記格子点における前記垂直補正パラメータを選択的に圧縮して前記垂直デコード手段へ供給するパラメータ圧縮手段とを含む請求の範囲第9項に記載の画像処理システム。

11. 前記水平デコード手段は、

前記格子分割手段により生成された格子に対応して生成画像の各画素点を囲む格子枠を決定する第一格子決定手段と、

前記第一格子決定手段により決定された各々の前記格子枠を関数により近似し、前記関数を用いて前記生成画像の各画素点における前記水平補正パラメータを算出する水平パラメータ算出手段とを含み、

前記垂直デコード手段は、

20 前記格子分割手段により生成された格子に対応して前記生成画像の各画素点を囲む格子枠を決定する第二格子決定手段と、

前記第二格子決定手段により決定された各々の前記格子枠を関数により近似し、前記関数を用いて前記生成画像の各画素点における前記垂直補正パラメータを算出する垂直パラメータ算出手段とを含む請求の範囲

25 第10項に記載の画像処理システム。

1 2. 前記水平パラメータ算出手段と前記垂直パラメータ算出手段のうち少なくとも一方は、少なくとも一つの前記格子枠を n 次多項式（ n は自然数）により近似する請求の範囲第11項に記載の画像処理システム。

- 5 1 3. 前記水平補正手段による補正により得られた水平補正画像を記憶する記憶手段をさらに備え、

前記垂直補正手段は、

前記記憶手段から前記垂直補正パラメータに応じた前記水平補正画像を取得するデータ取得手段と、

- 10 前記データ取得手段により取得された前記水平補正画像に対して、前記垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施す補間演算手段とを含む請求の範囲第9項に記載の画像処理システム。

1 4. 歪みを持った原画像を補正する画像処理方法であって、

- 15 前記原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータを用いて前記原画像に対し1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の水平方向における歪みを補正する第一のステップと、

- 20 前記第一のステップにおいて得られた画像に対し、前記原画像を構成する画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の垂直方向における歪みを補正する第二のステップとを有することを特徴とする画像処理方法。

1 5. 少なくとも前記第一のステップにおいて、前記1次元補間演算により画像データを求める画素点の水平方向における間隔を調整することにより前記原画像を水平方向において伸縮し、または

- 25 前記第二のステップにおいて、前記1次元補間演算により画像データを求める画素点の垂直方向における間隔を調整することにより前記原画

像を垂直方向において伸縮する請求の範囲第 1 4 項に記載の画像処理方法。

1 6. 前記第一のステップにおける補正により得られた水平補正画像を記憶手段に記憶させるステップをさらに備え、

5 前記第二のステップは、

前記記憶手段から前記垂直補正パラメータに応じた前記水平補正画像を取得するデータ取得ステップと、

前記データ取得ステップにおいて取得された前記水平補正画像に対して、前記垂直補正パラメータを用いた 1 次元補間演算を施す補間演算ステップとを含む請求の範囲第 1 4 項に記載の画像処理方法。

1 7. 歪みを持った原画像を補正する画像処理方法であって、

ユーザインタフェースから供給される制御信号に応じて前記原画像を格子分割する第一のステップと、

前記格子分割により得られた格子点における水平方向及び垂直方向の補正量を選択的にエンコードする第二のステップと、

エンコードされた前記水平方向及び垂直方向の補正量をデコードする第三のステップと、

デコードされた前記水平方向の補正量に応じて、前記原画像の水平方向について 1 次元補間演算を施す第四のステップと、

20 デコードされた前記垂直方向の補正量に応じて、前記原画像の垂直方向について 1 次元補間演算を施す第五のステップとを有することを特徴とする画像処理方法。

1 8. 前記第三のステップは、

前記第一のステップにおいて生成された格子に対応して生成画像の各画素点を囲む格子枠を決定する格子枠決定ステップと、

前記格子枠決定ステップにおいて決定された各々の前記格子枠を関数により近似し、前記関数を用いて前記生成画像を構成する各画素点における前記水平方向及び垂直方向の補正量を算出するパラメータ算出ステップとを含む請求の範囲第 17 項に記載の画像処理方法。

- 5 19. 前記パラメータ算出ステップにおいては、少なくとも一つの前記格子枠を n 次多項式 (n は自然数) により近似する請求の範囲第 18 項に記載の画像処理方法。

補正書の請求の範囲

[2004年01月19日(19.01.2004)国際事務局受理:出願当初の請求の範囲1及び8は補正された;他の請求の範囲は変更なし。(4頁)]

1. (補正後) 歪みを持った原画像を供給された補正ベクトルに応じて補正する画像補正手段を含む画像処理装置であって、

5 外部からの制御信号に応じて補正パラメータ導出部から供給される前記補正ベクトルをデコードし、デコードされた前記補正ベクトルを前記画像補正手段へ供給するデコード手段を備えたことを特徴とする画像処理装置。

2. ユーザインタフェースへの入力に応じたコマンドを前記デコード手段へ発行することにより、前記補正ベクトルを選択的にデコードさせるデコード制御手段をさらに備えた請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

3. 歪みを持った原画像を補正する画像処理装置であって、

15 前記原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータを用いて前記原画像に対し1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段と、

前記水平補正手段による補正により得られた画像に対し、前記原画像を構成する画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の垂直方向における歪みを補正する垂直補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

4. 前記水平補正手段は、前記1次元補間演算により画像データを求める画素点の水平方向における間隔を調整することによって、前記原画像を水平方向において伸縮すると共に、

25 前記垂直補正手段は、前記1次元補間演算により画像データを求める画素点の垂直方向における間隔を調整することによって、前記原画像を

垂直方向において伸縮する請求の範囲第 3 項に記載の画像処理装置。

前記原画像を構成する画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を前記原画像に対して施すことにより、前記原画像の垂直方向における歪みを補正する垂直補正手段と、

- 5 前記垂直補正手段による補正により得られた画像に対し、前記原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

- 10 8. (補正後) 歪みを持った原画像を供給された補正ベクトルに応じて補正する画像補正手段を含む画像処理システムであって、

前記原画像を構成する画素点に対応して、外部からの制御信号に応じて補正パラメータ導出部から供給される前記補正ベクトルがエンコードされるエンコード手段と、

- 15 前記エンコード手段から供給されるエンコードされた前記補正ベクトルをデコードし、デコードされた前記補正ベクトルを前記画像補正手段へ供給するデコード手段を備えたことを特徴とする画像処理システム。

9. 歪みを持った原画像を補正する画像処理システムであって、

- 20 前記原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータと、前記画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを選択的にエンコードするエンコード手段と、

前記エンコード手段から供給されるエンコードされた前記水平補正パラメータをデコードする水平デコード手段と、

- 25 前記水平デコード手段によりデコードされた前記水平補正パラメータを用いた1次元補間演算を前記原画像に対して施すことにより、前記

原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段と、

前記エンコード手段から供給されるエンコードされた前記垂直補正
パラメータをデコードする垂直デコード手段と、

1/35

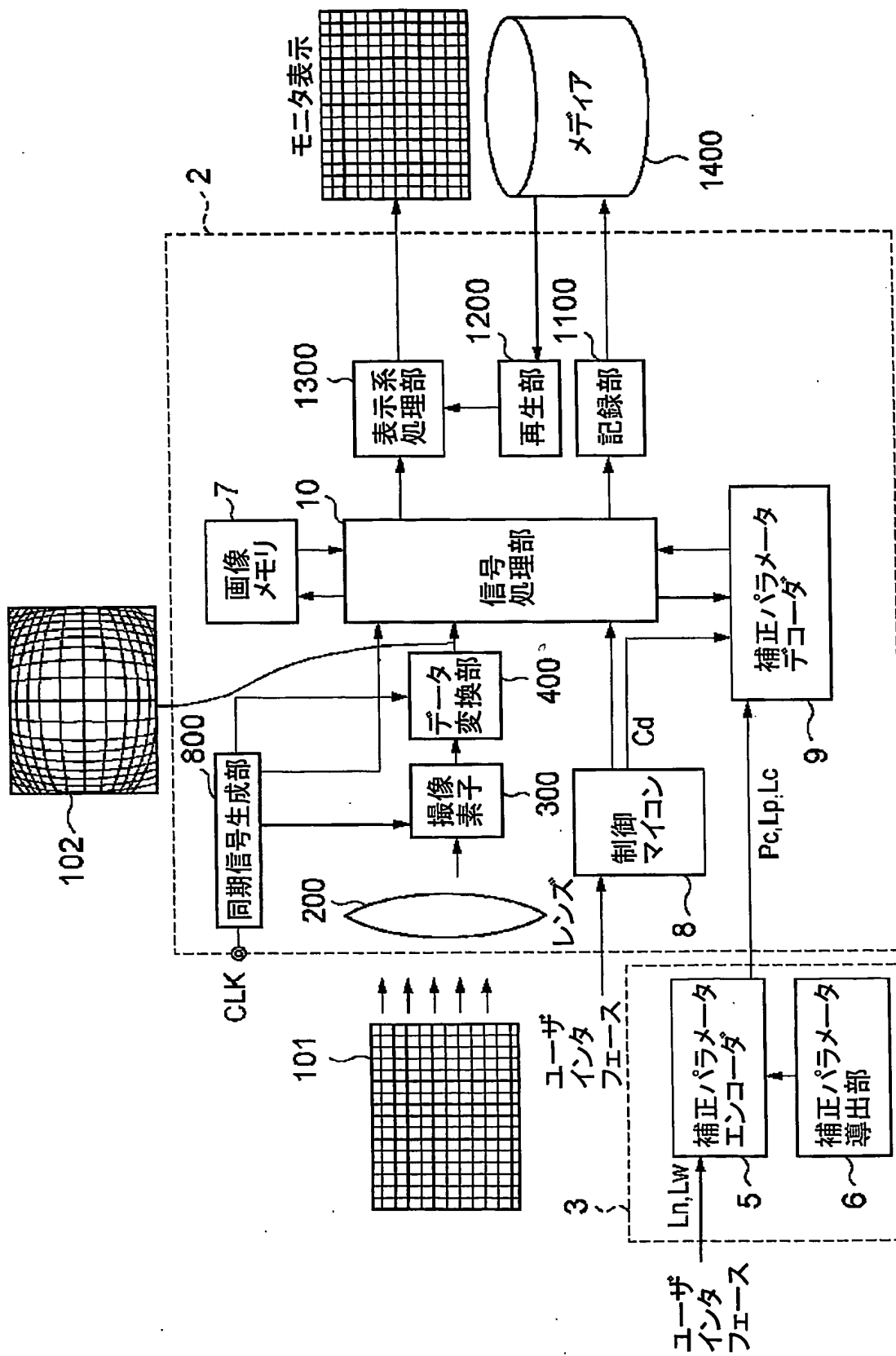


Fig.1

2/35

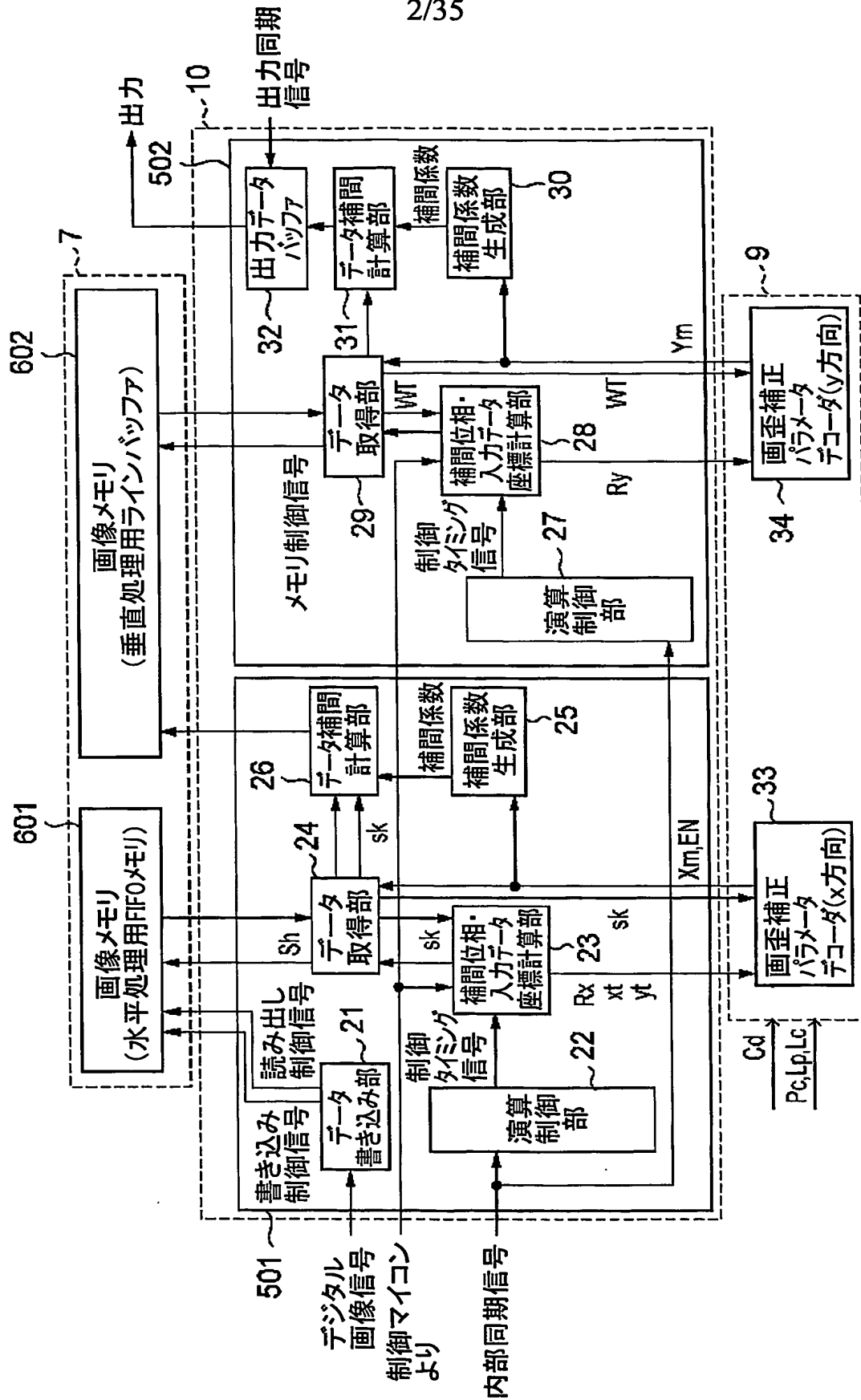


Fig.2

Fig.3A

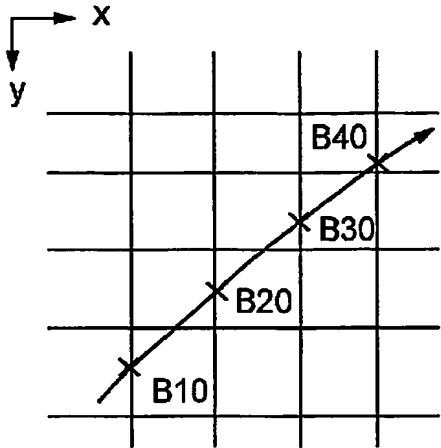
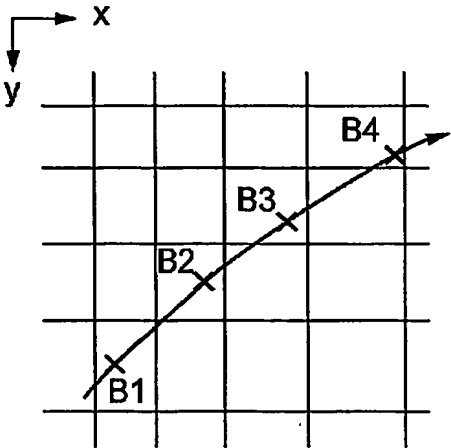
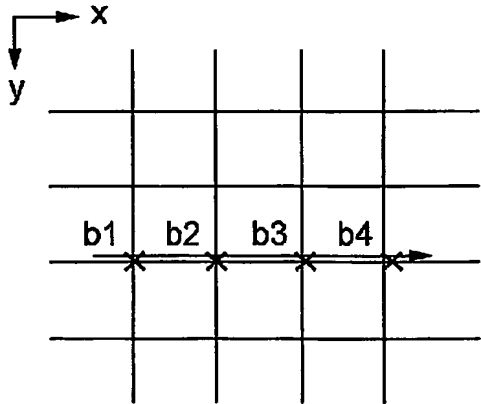
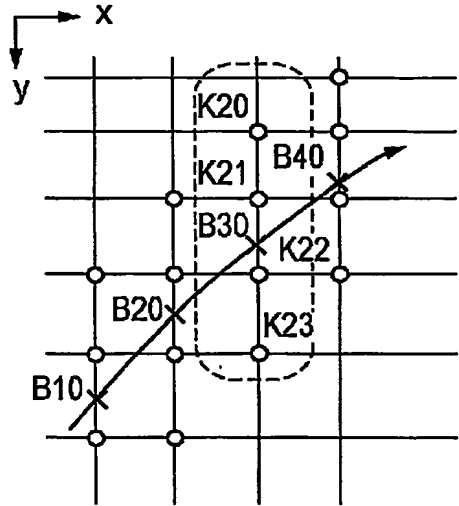


Fig.3B



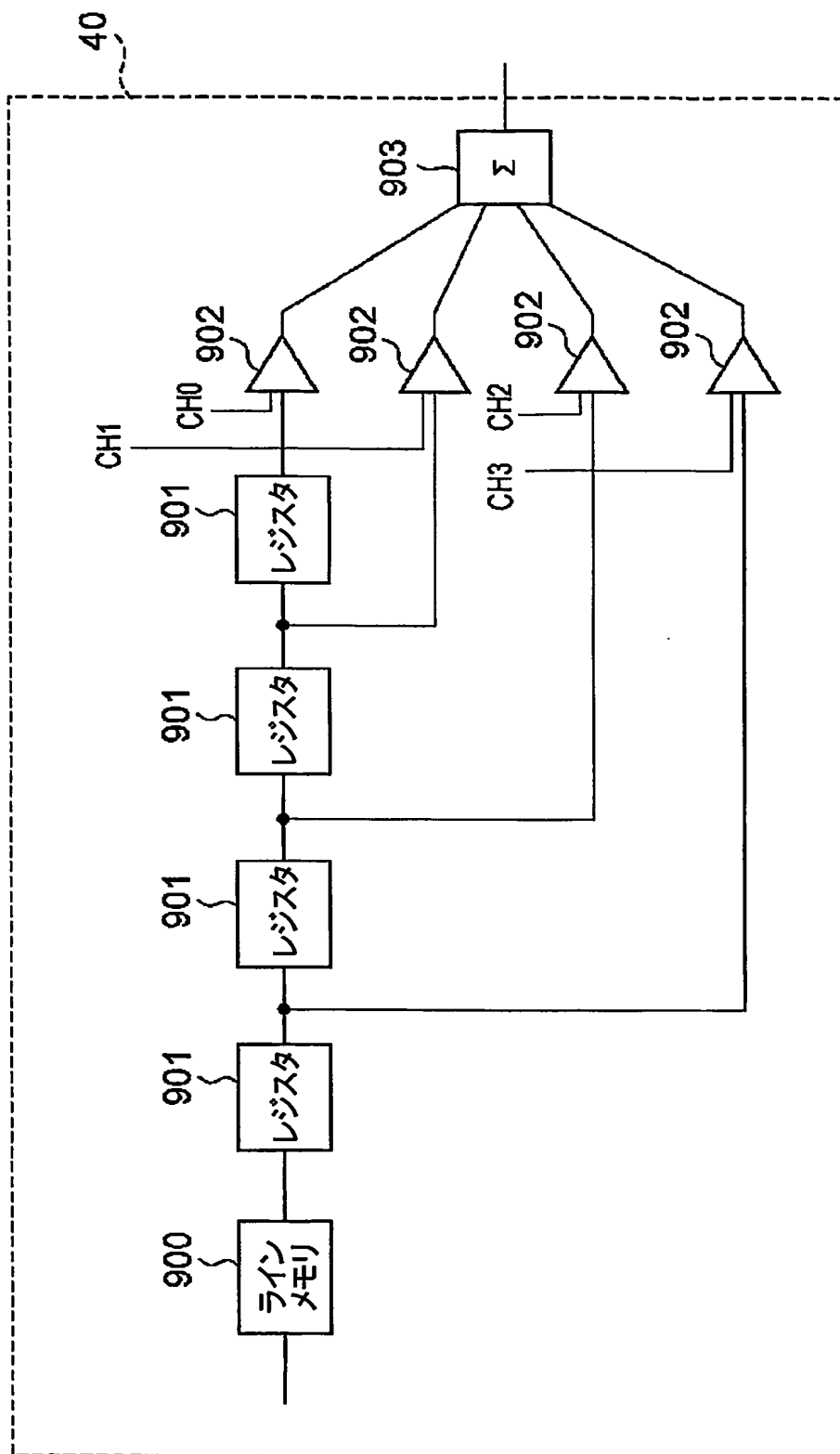


Fig.4

5/35

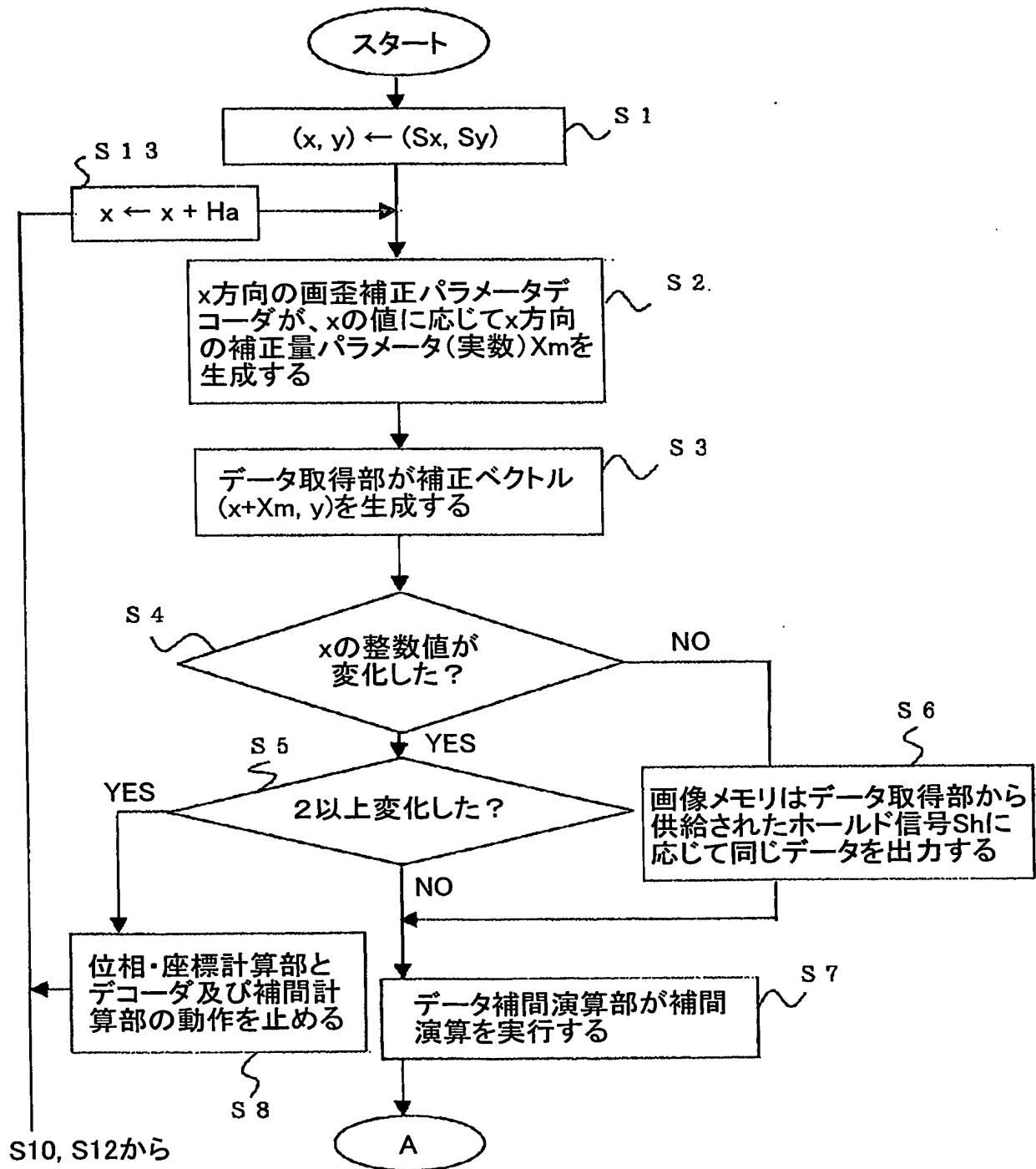


Fig.5

6/35

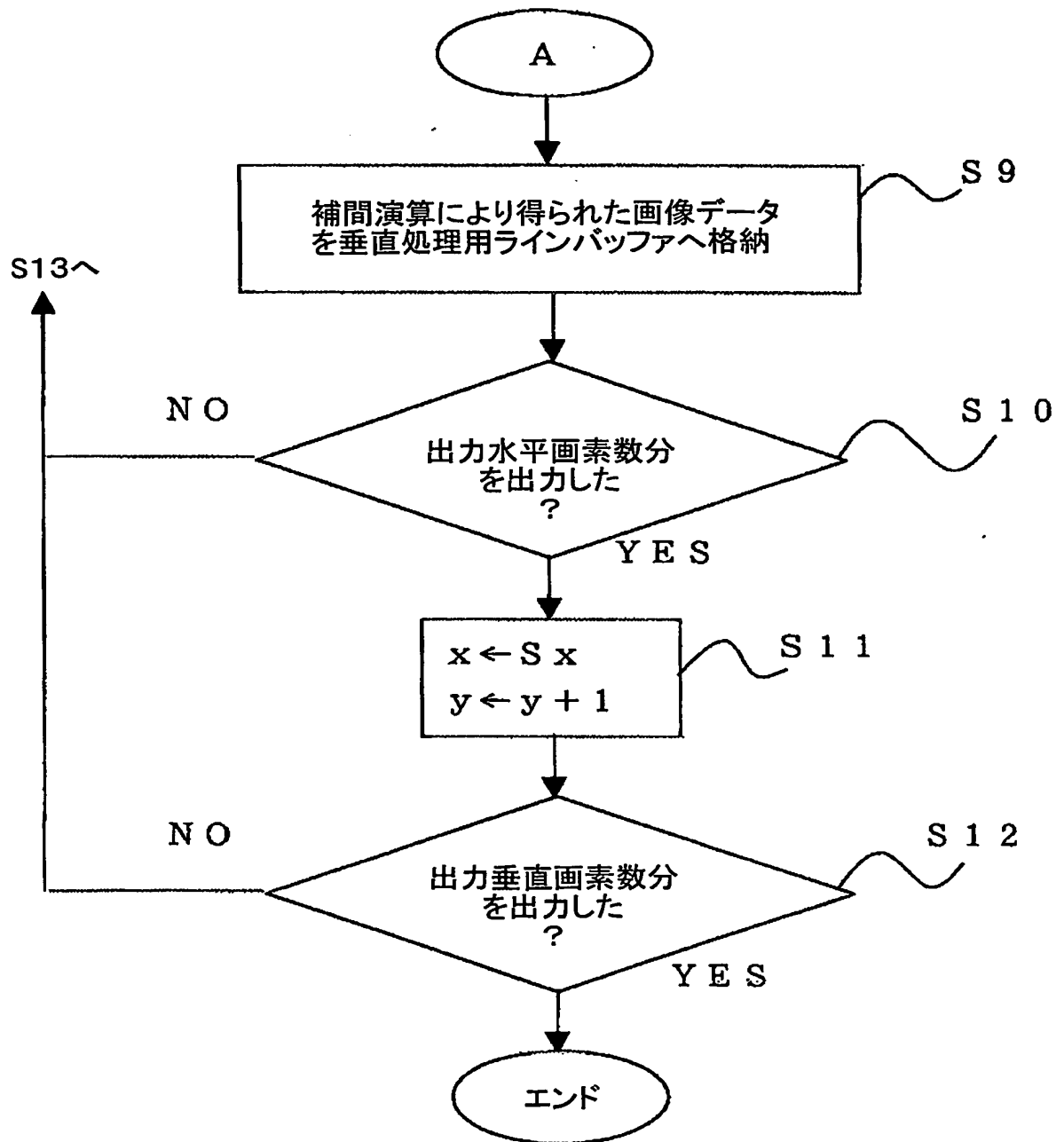


Fig.6

7/35

Fig.7A

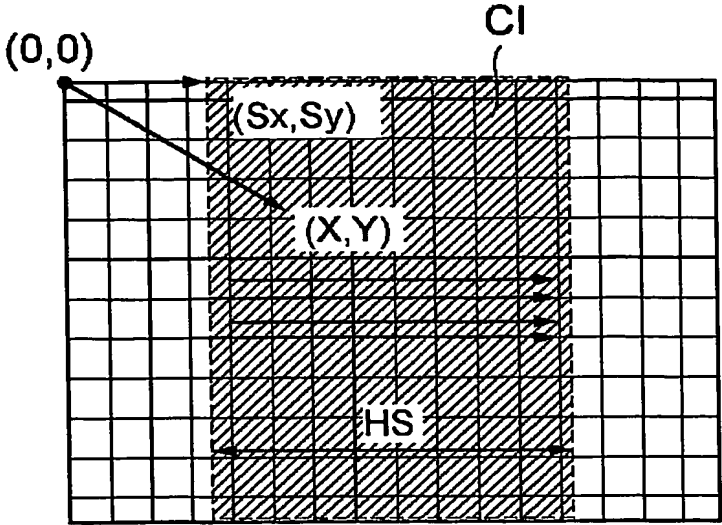


Fig.7B

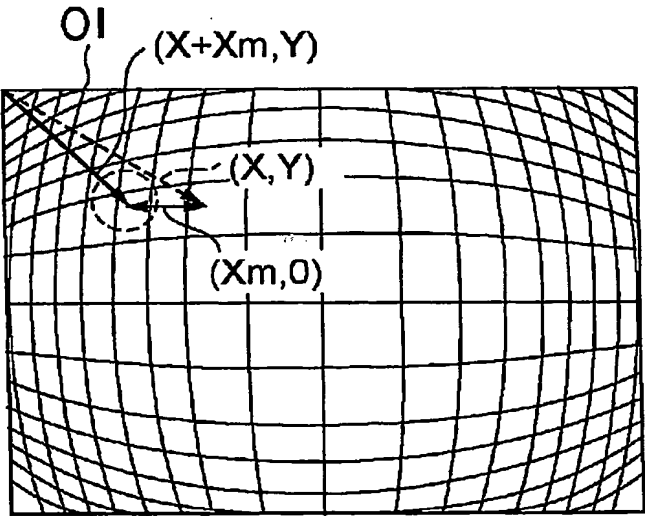
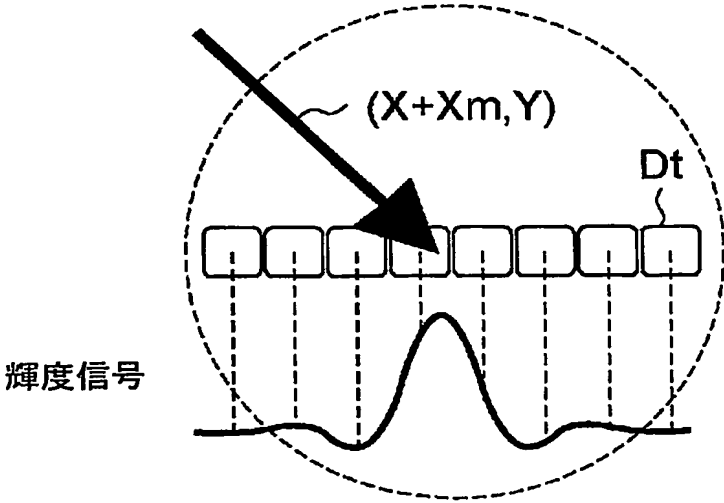


Fig.7C



8/35

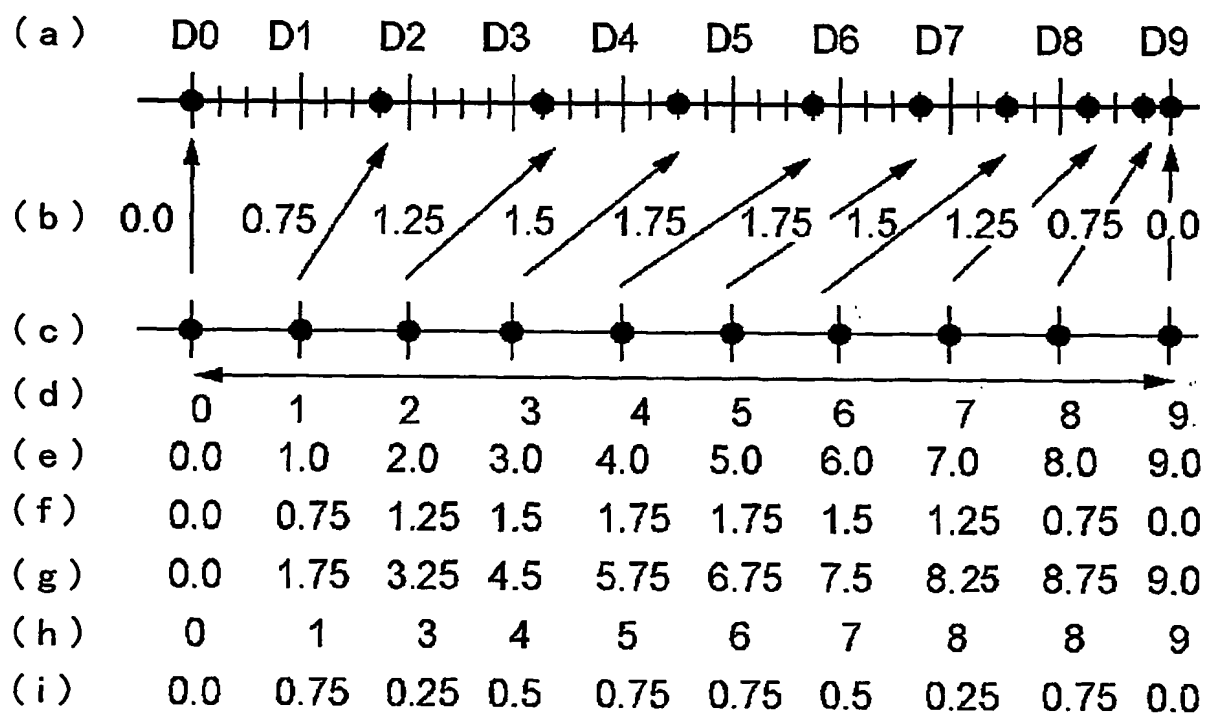


Fig.8

9/35

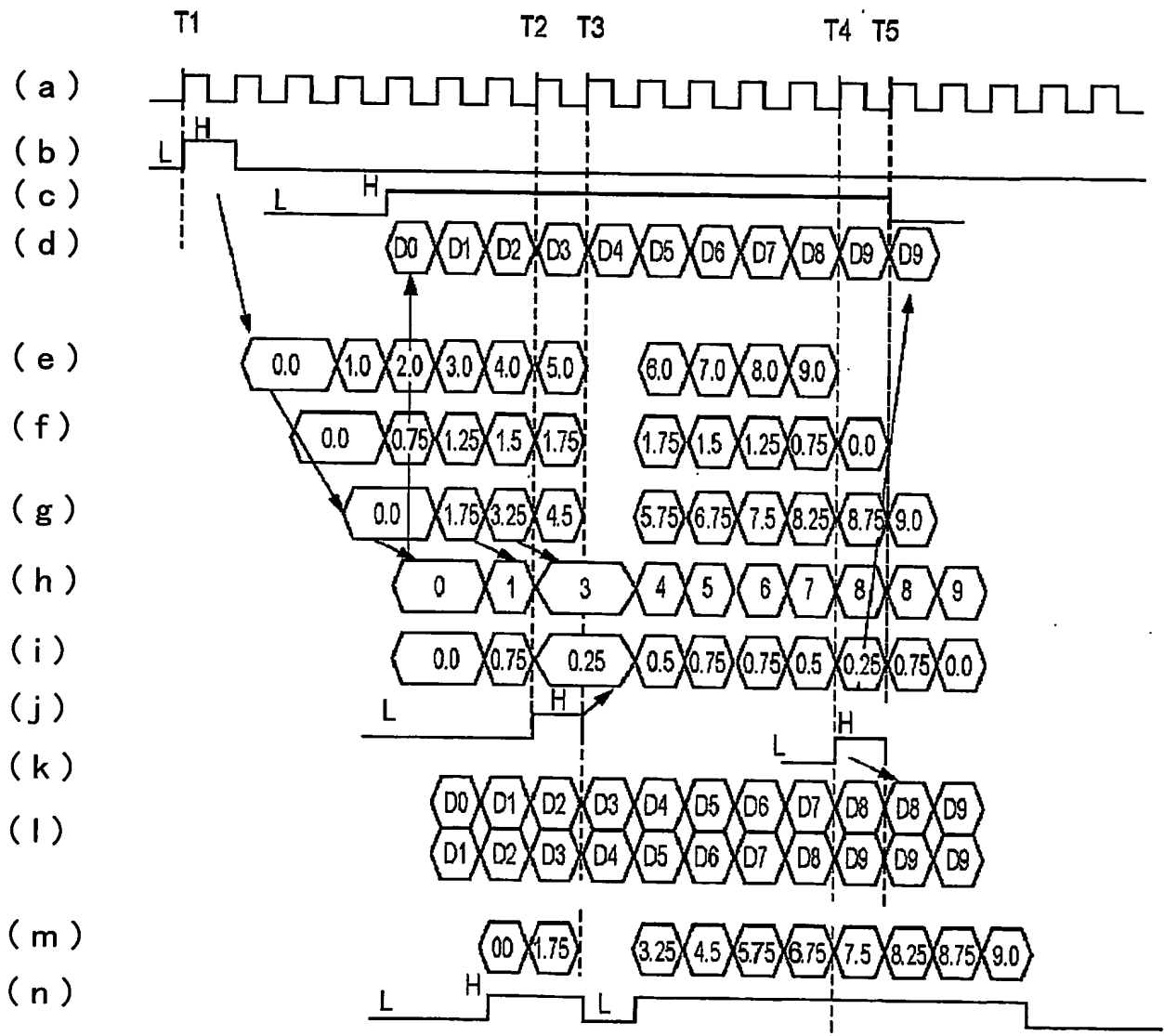


Fig.9

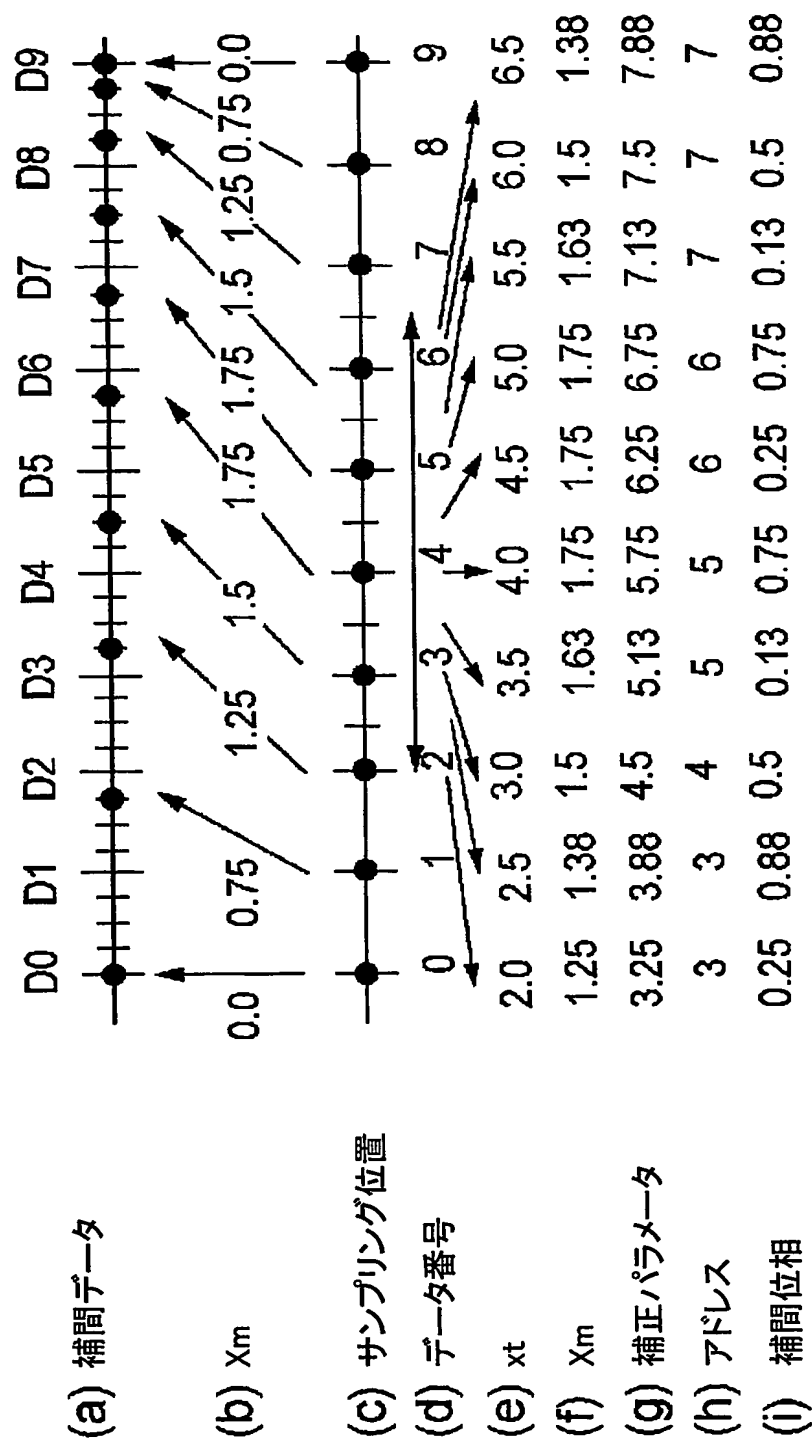
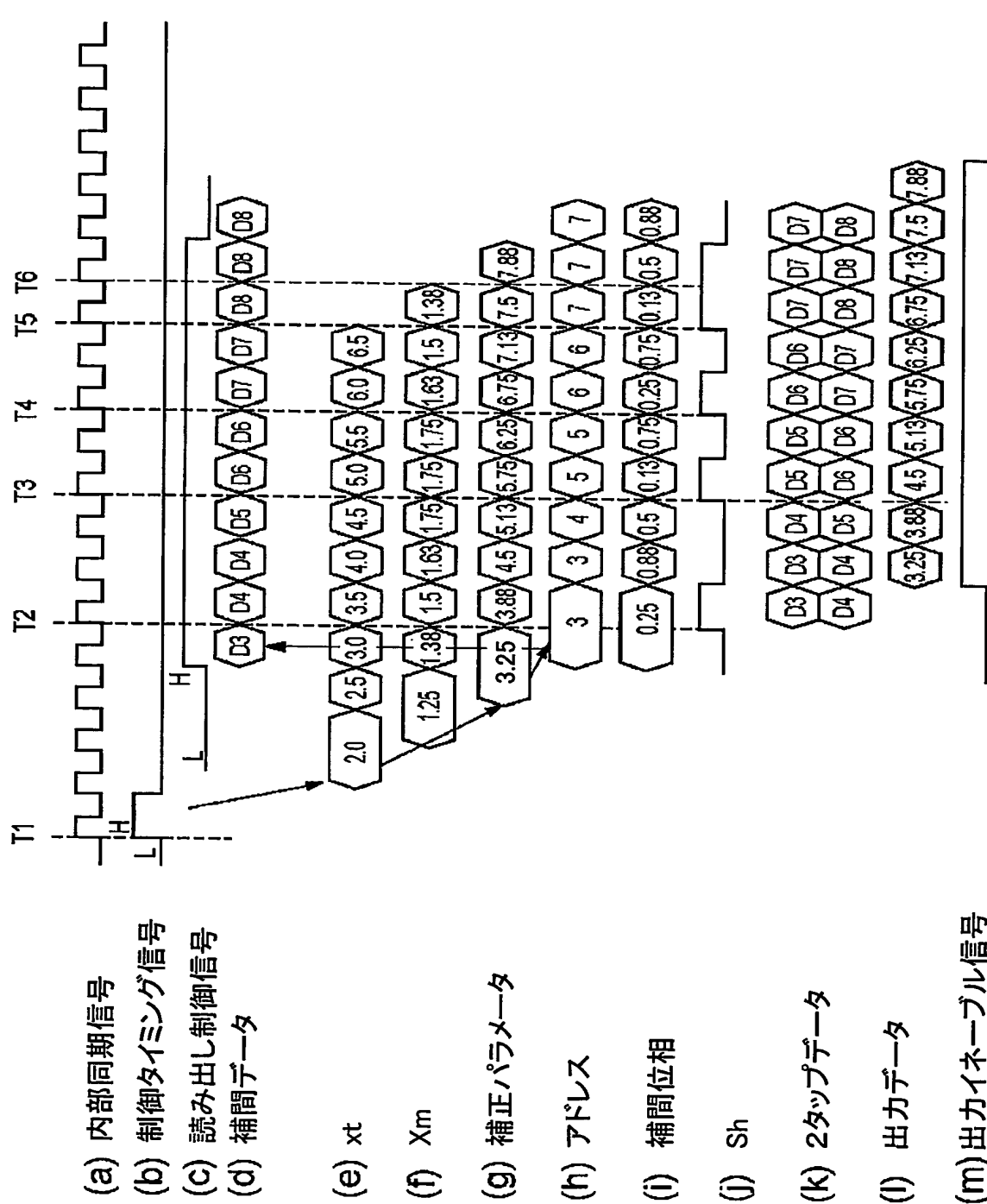


Fig. 10.



12/35

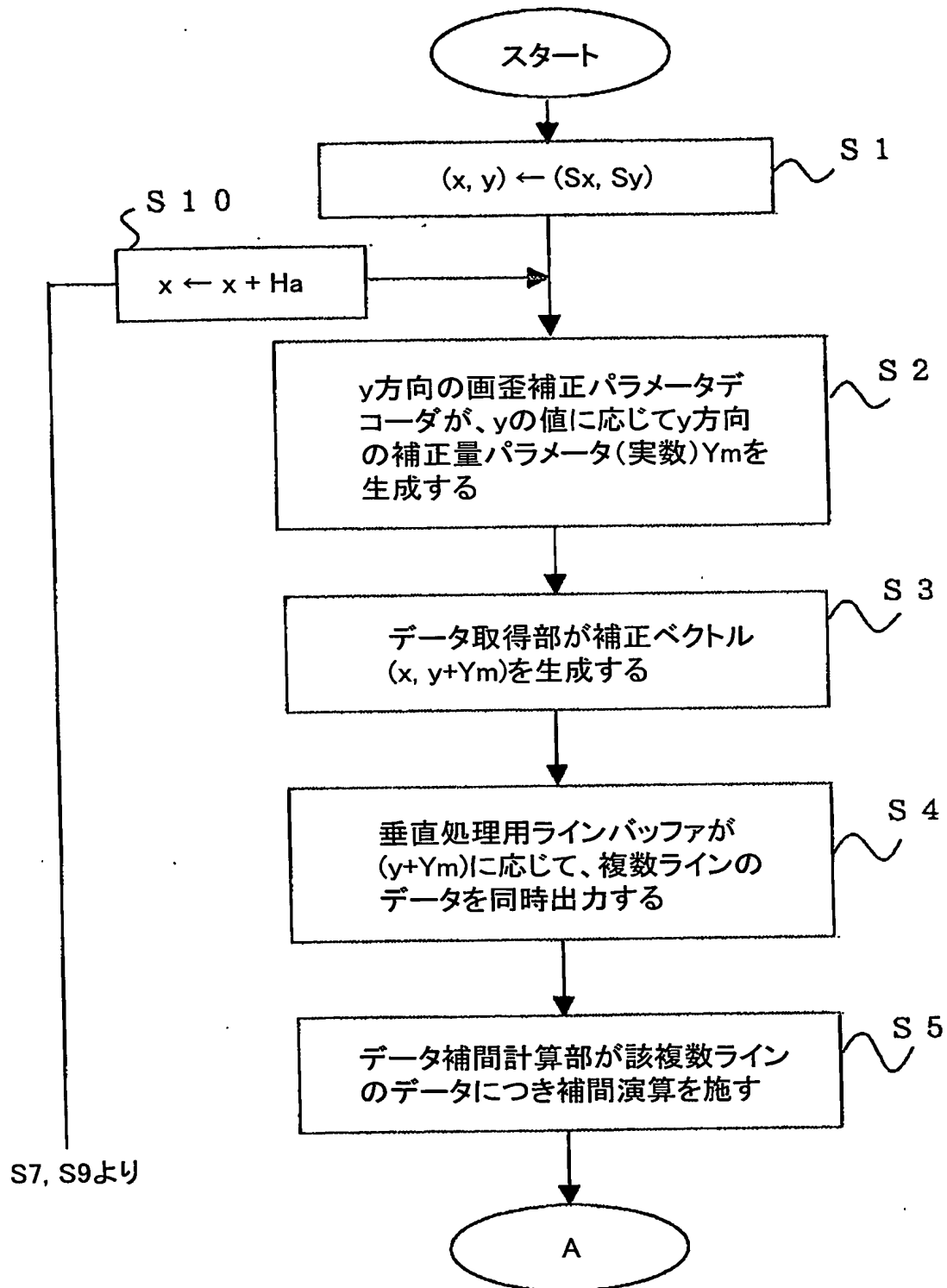


Fig.12

13/35

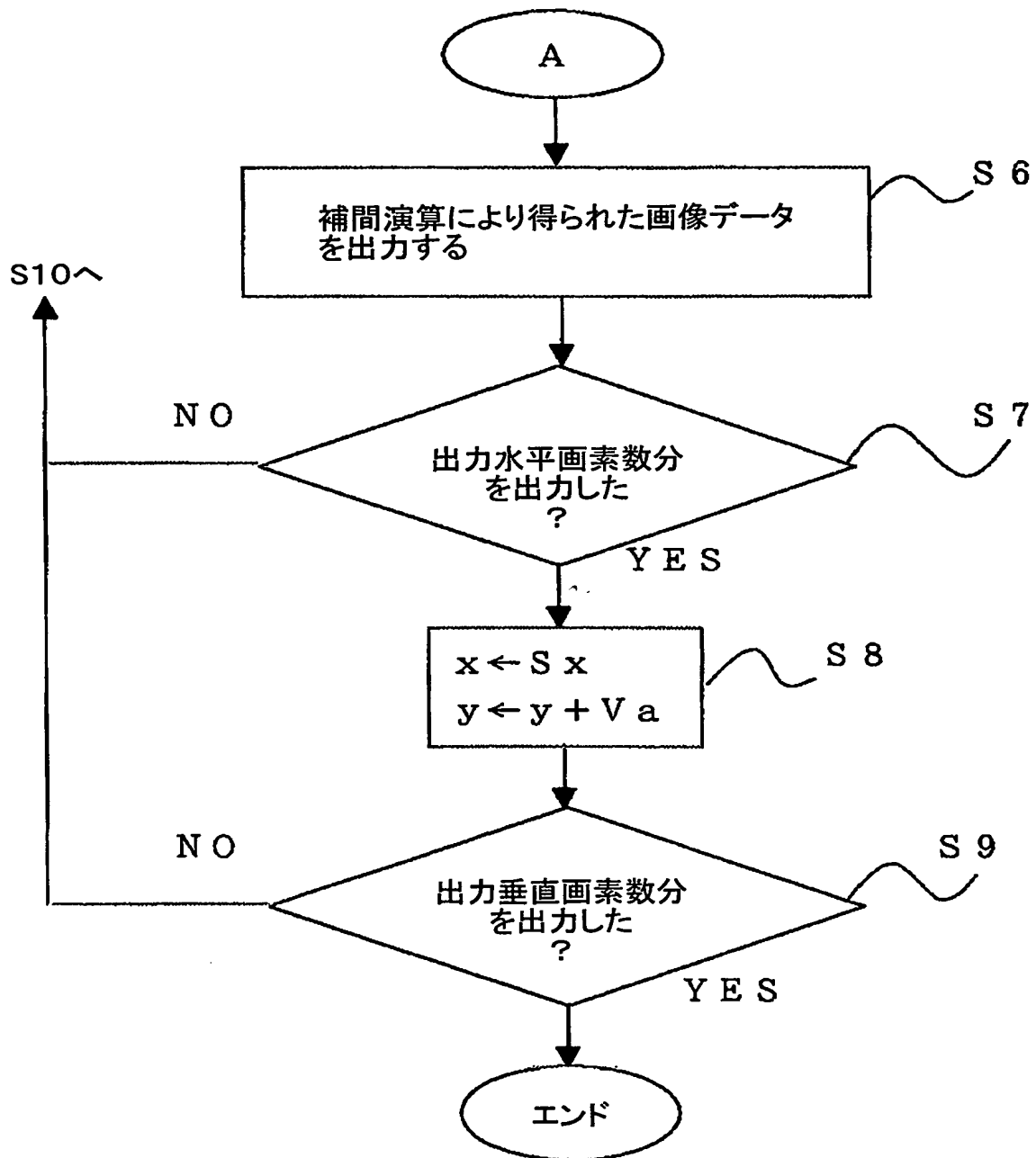


Fig.13

14/35

Fig.14A

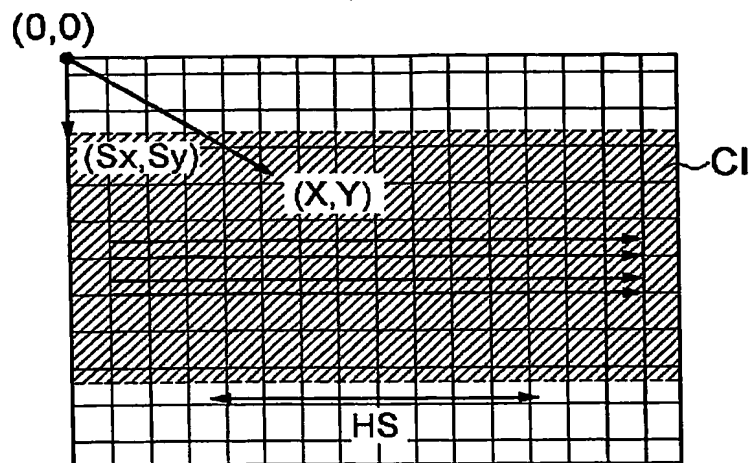


Fig.14B

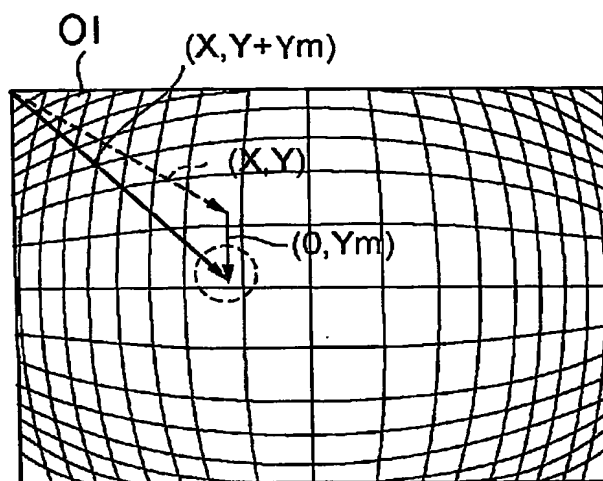
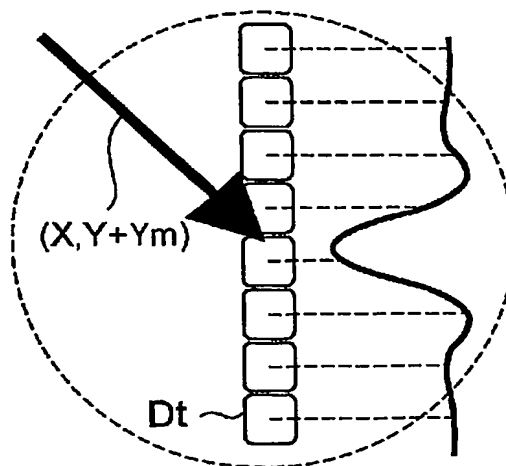


Fig.14C



15/35

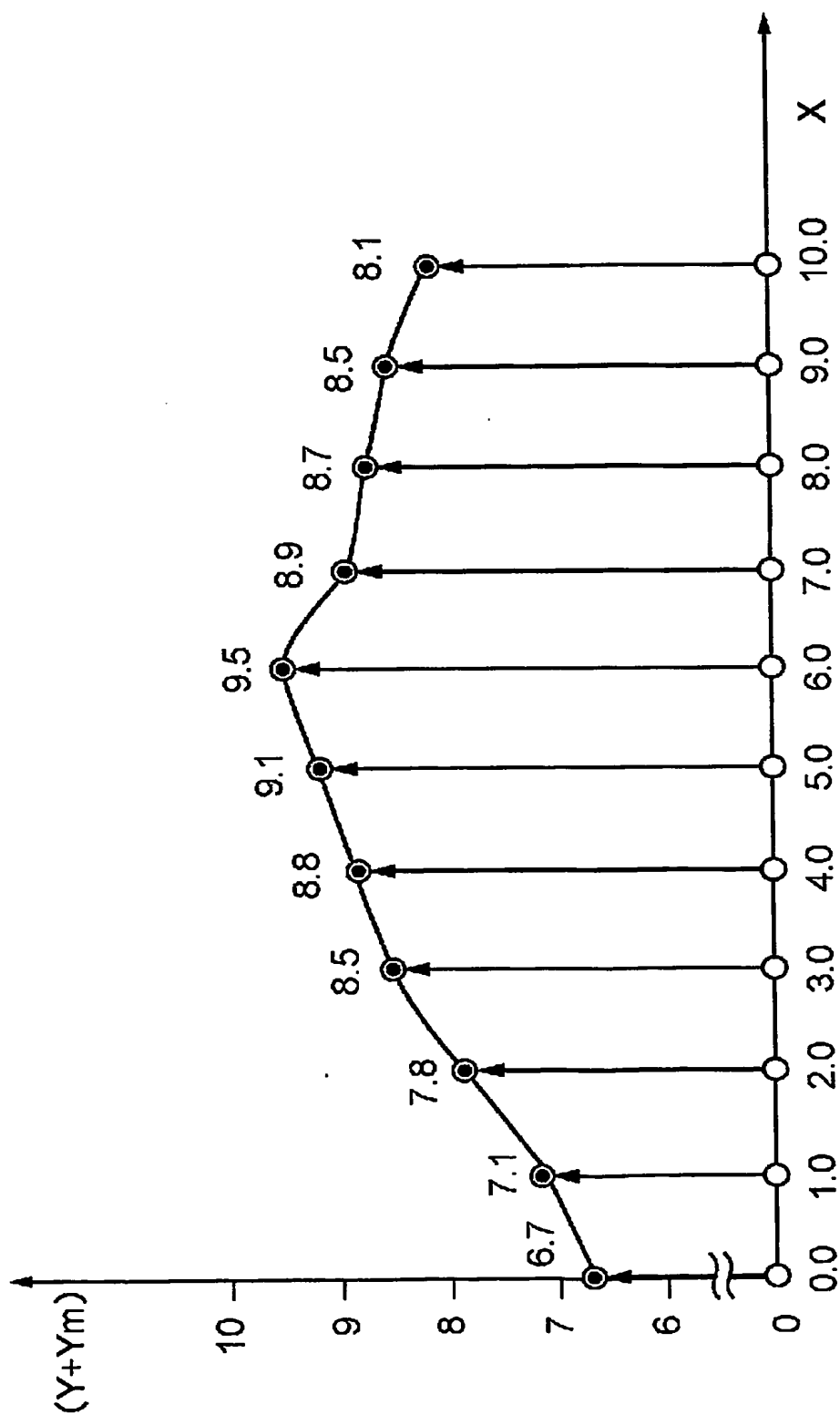


Fig.15

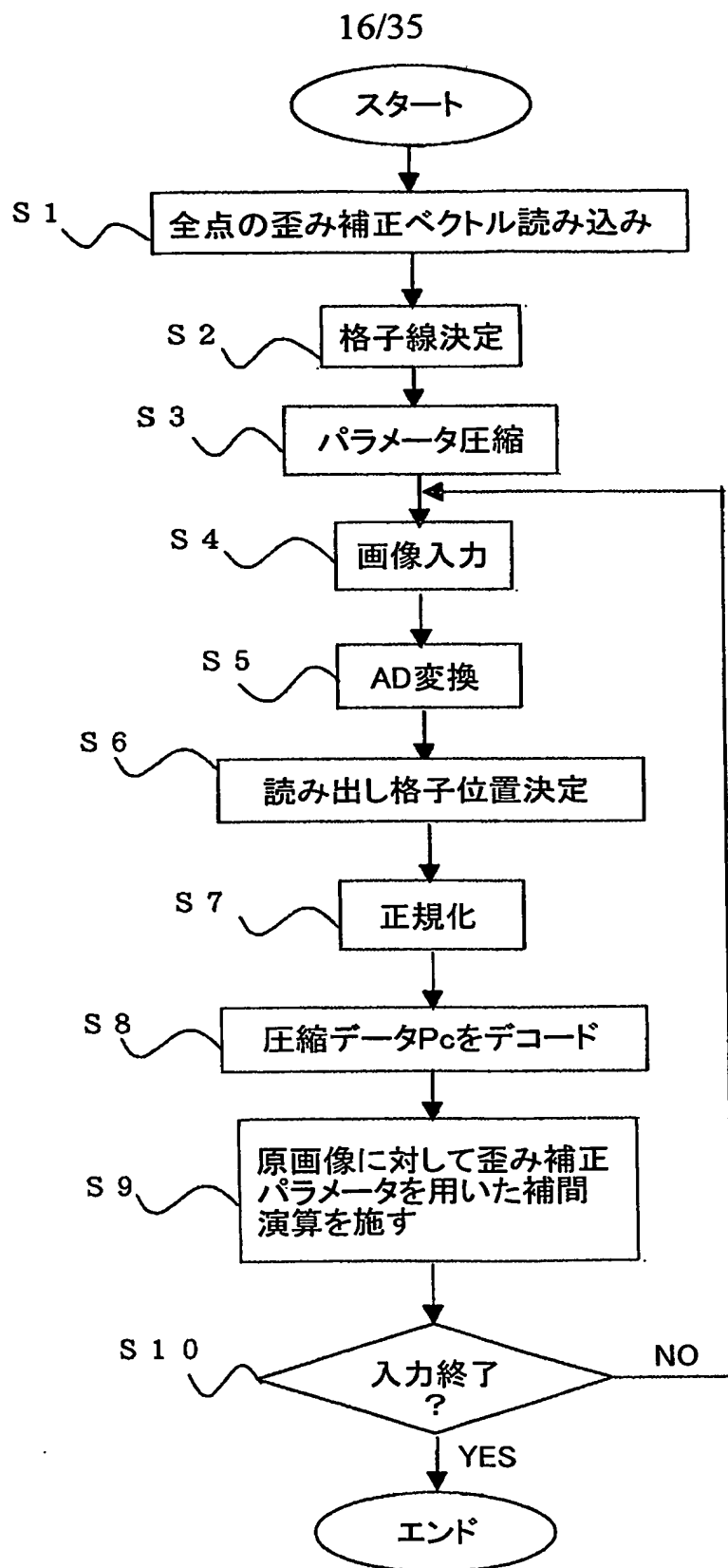


Fig.16

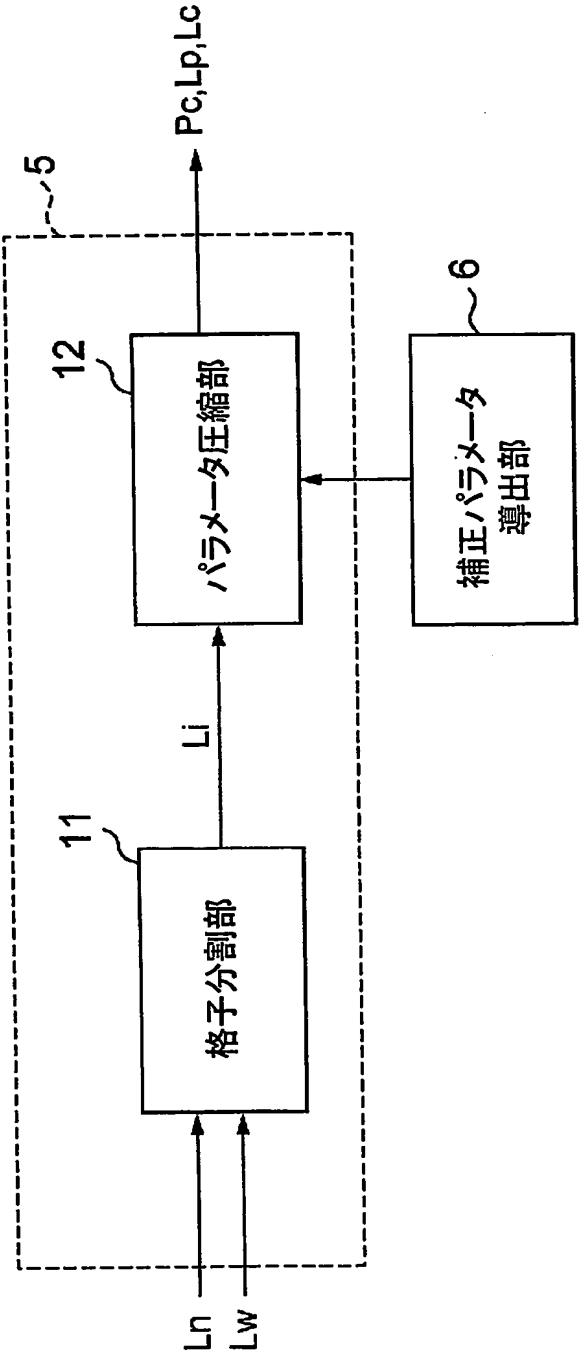


Fig.17

Fig.18A

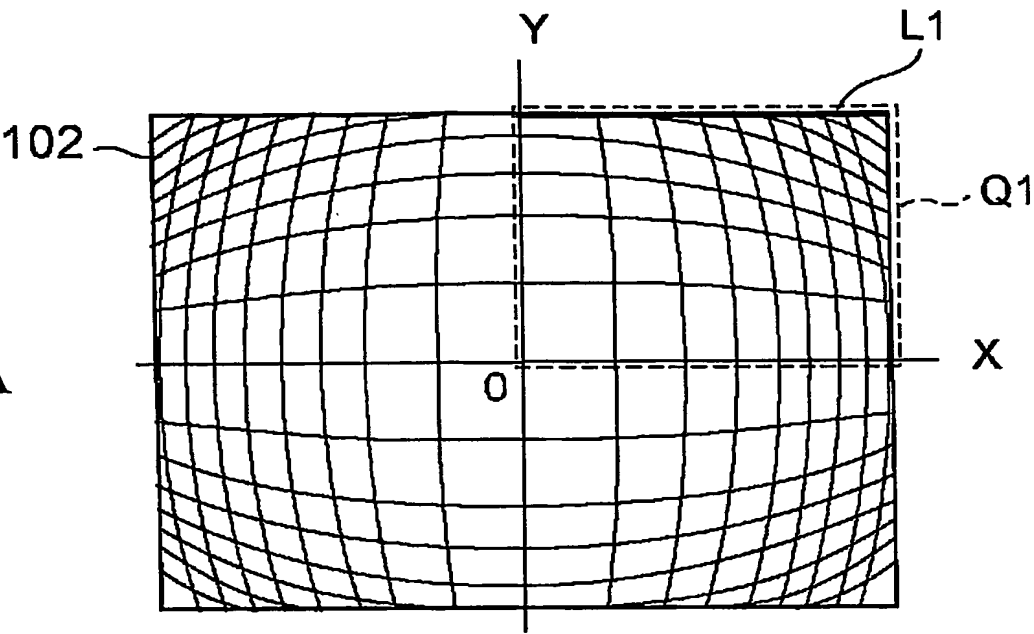
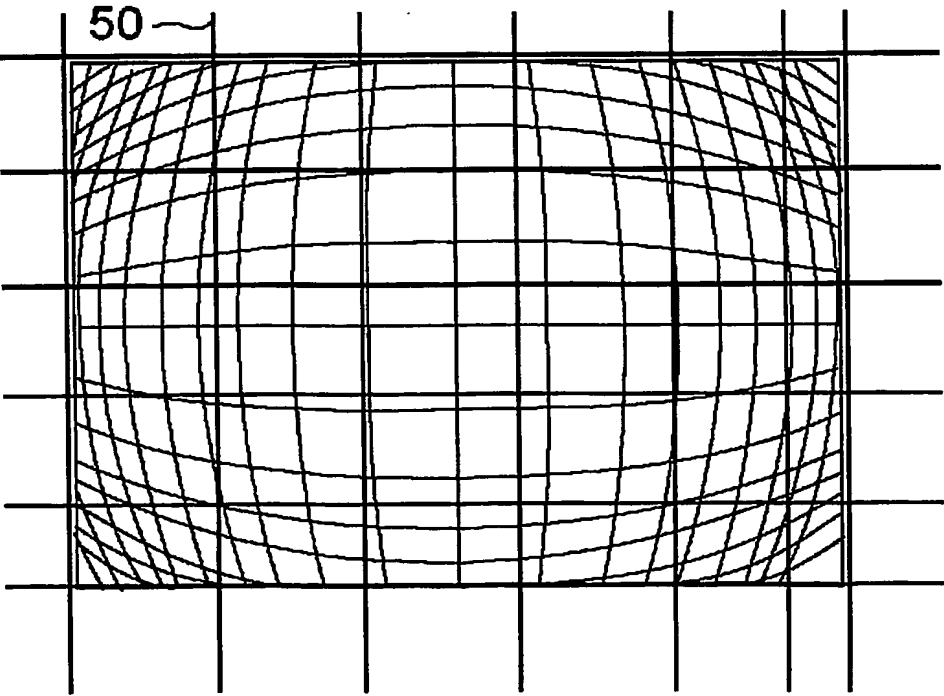


Fig.18B



19/35

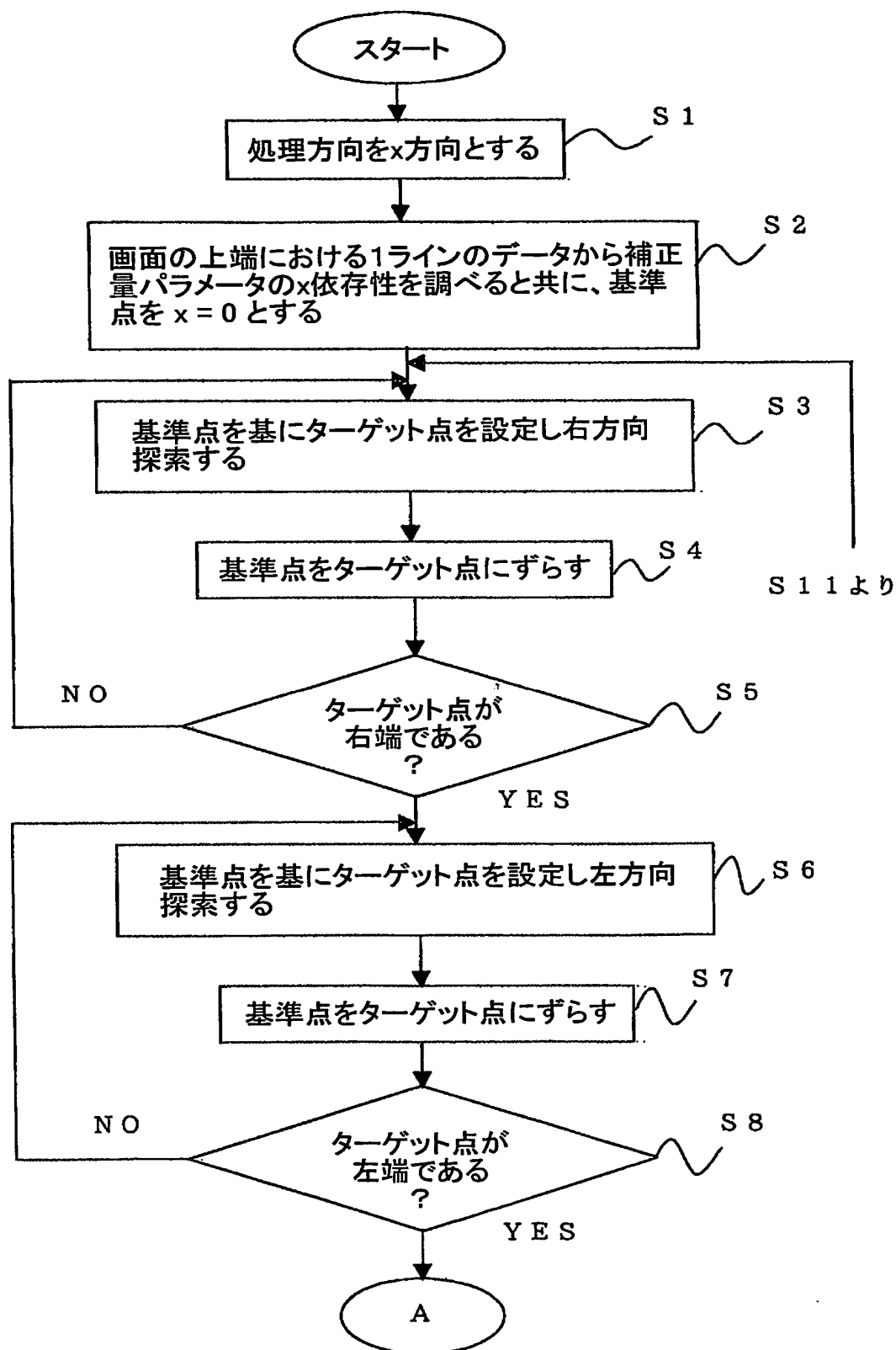


Fig.19

20/35

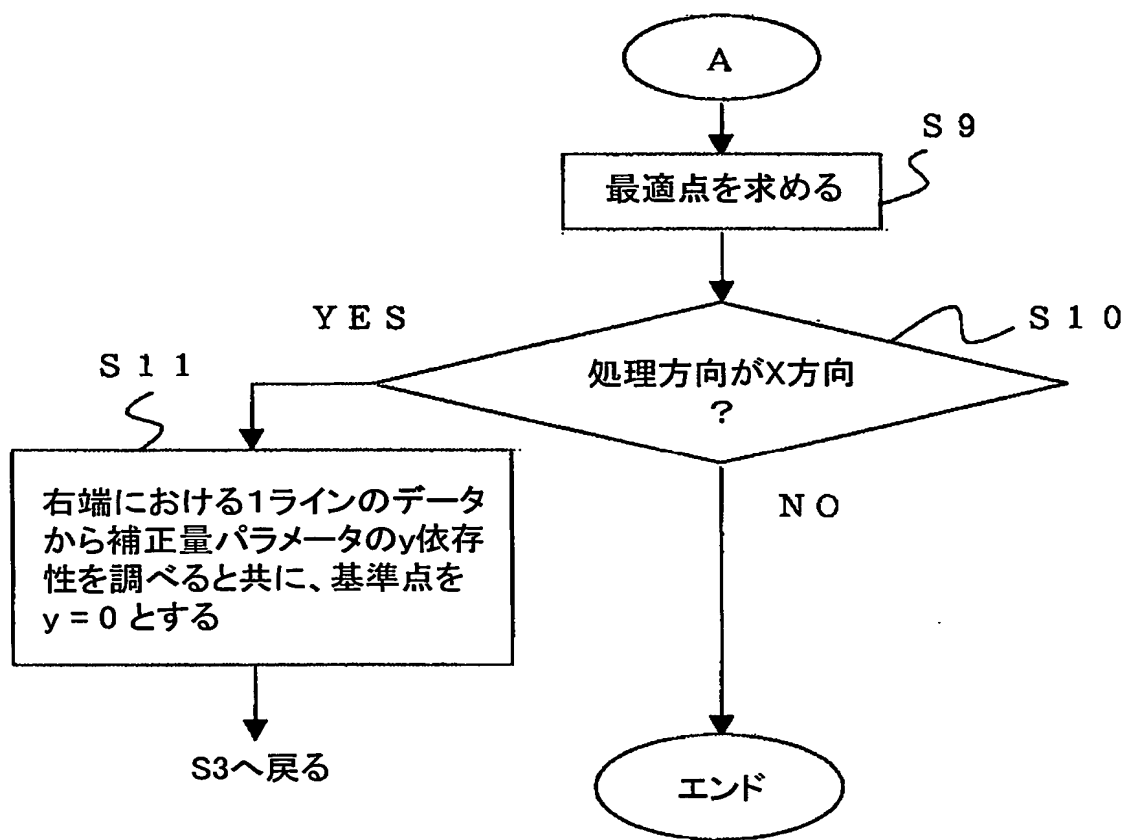


Fig.20

21/35

Fig.21A

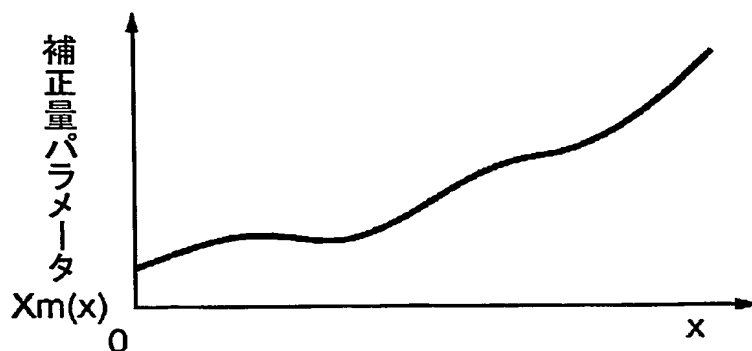


Fig.21B

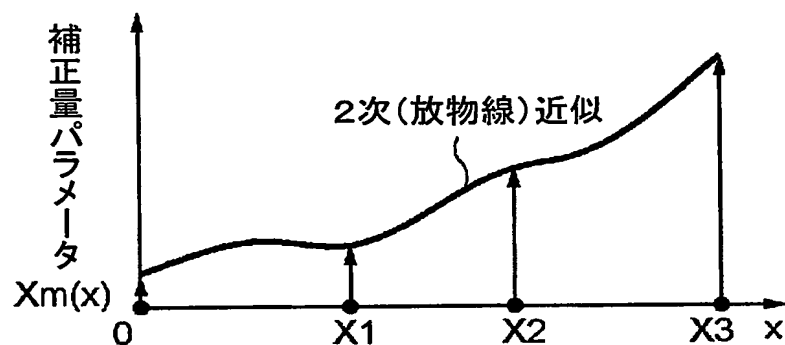


Fig.21C

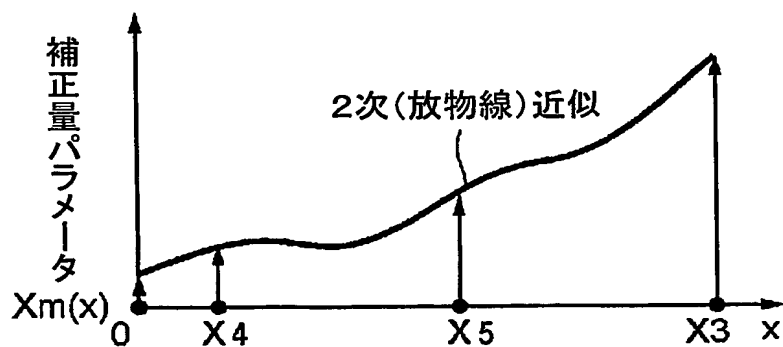


Fig.21D

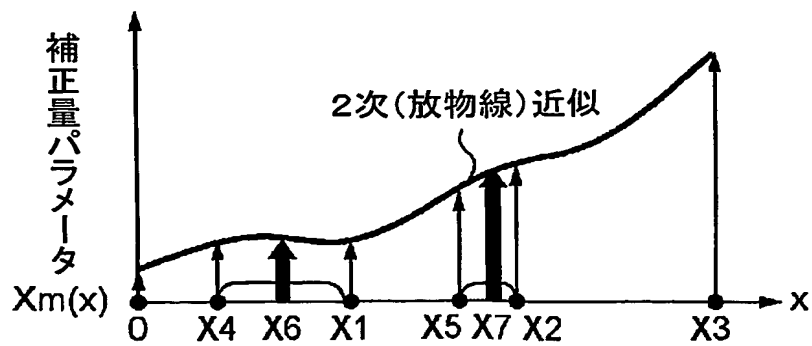


Fig.22A

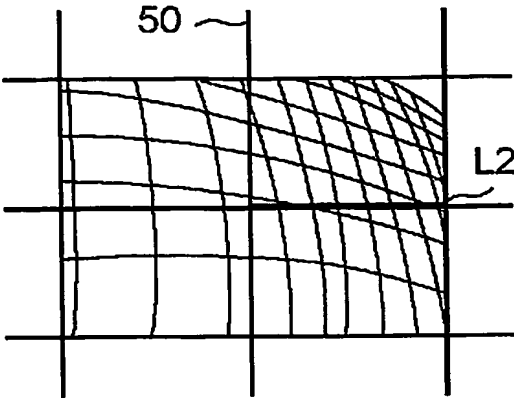


Fig.22B

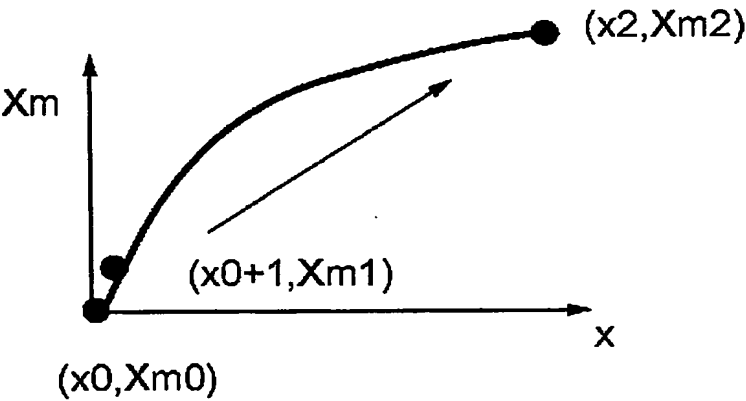
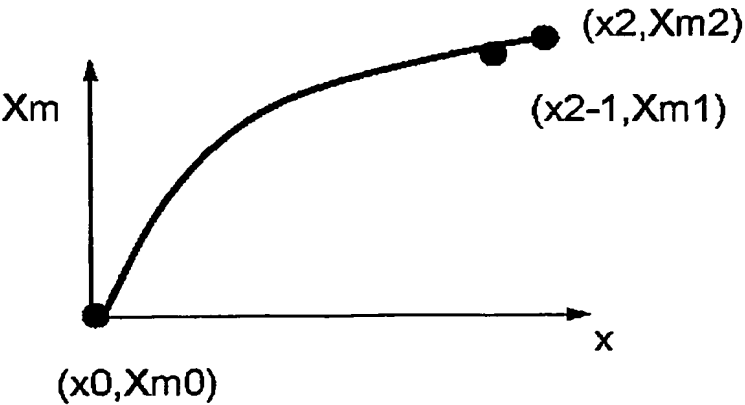


Fig.22C



23/35

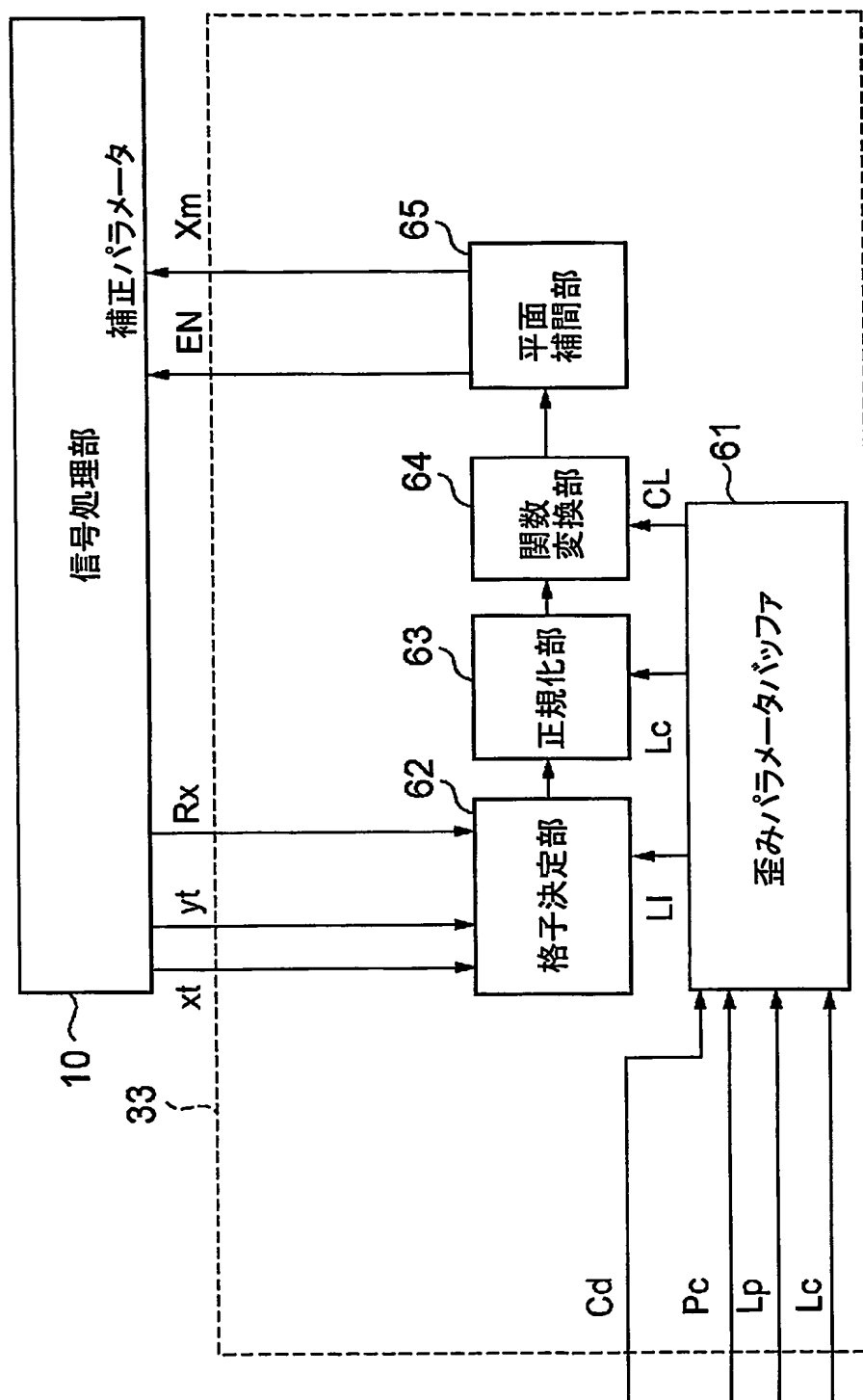


Fig.23

24/35

Fig.24A

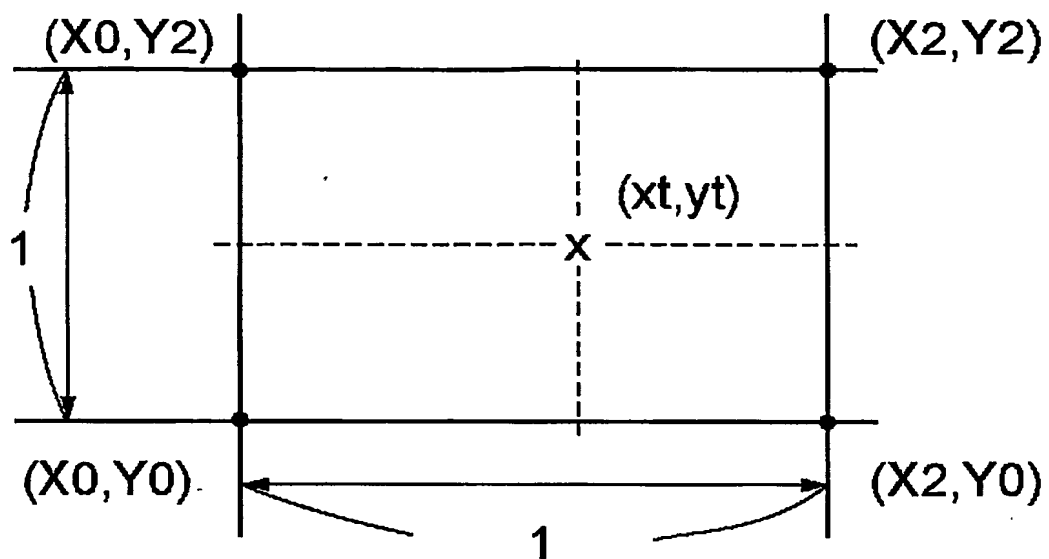
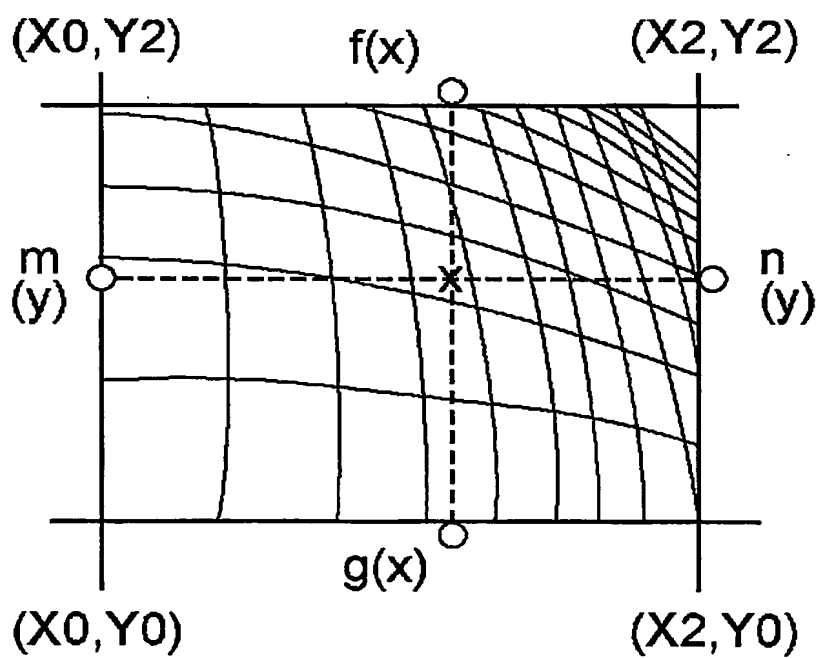


Fig.24B



25/35

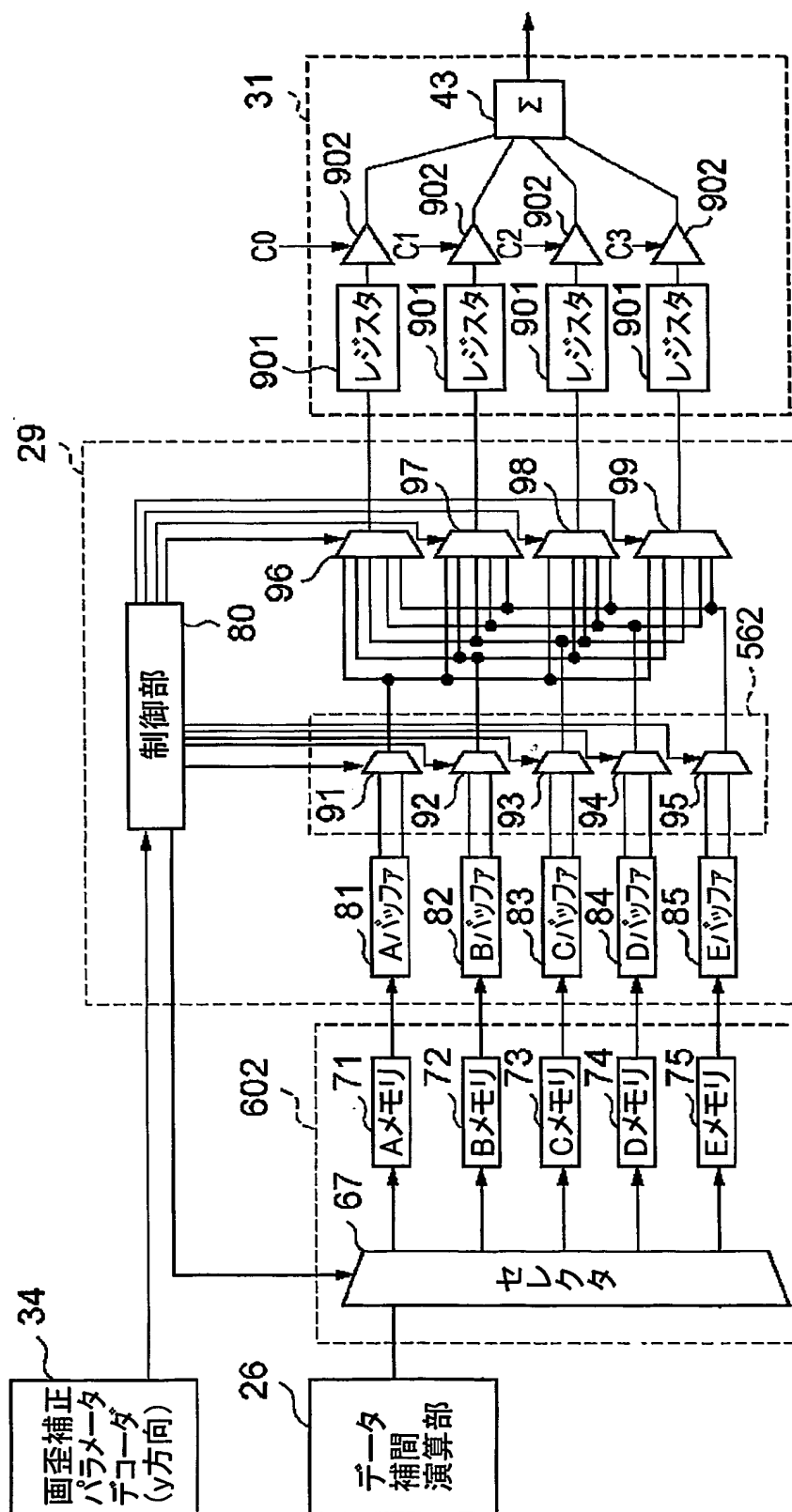


Fig.25

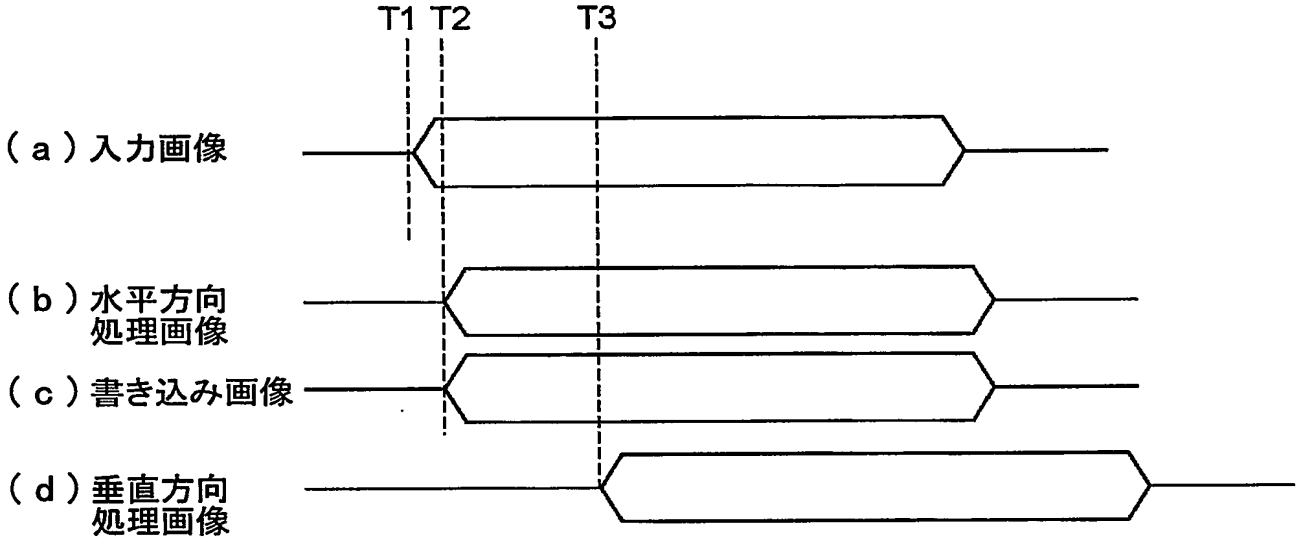


Fig.26

27/35

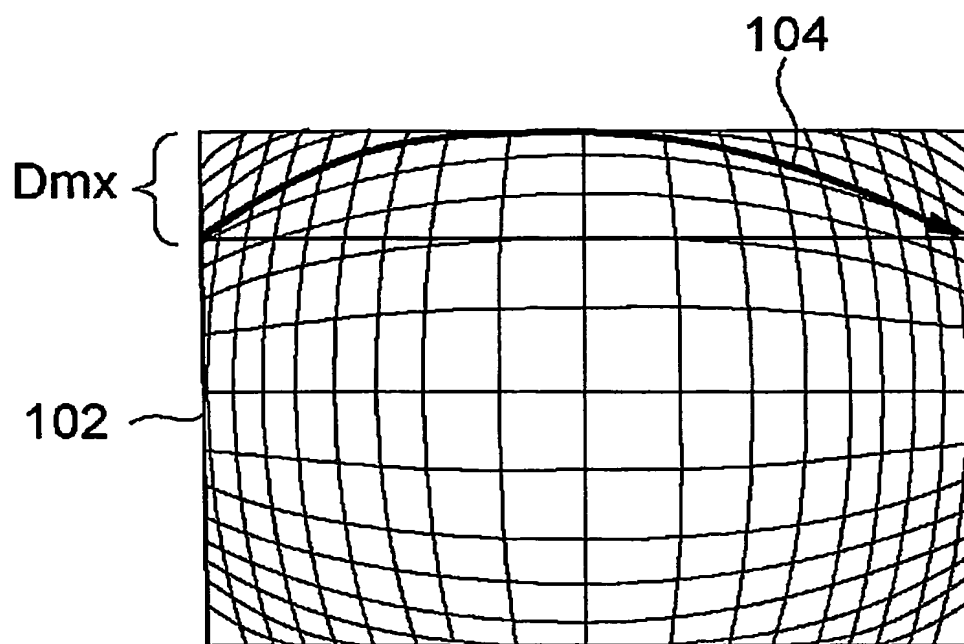


Fig.27

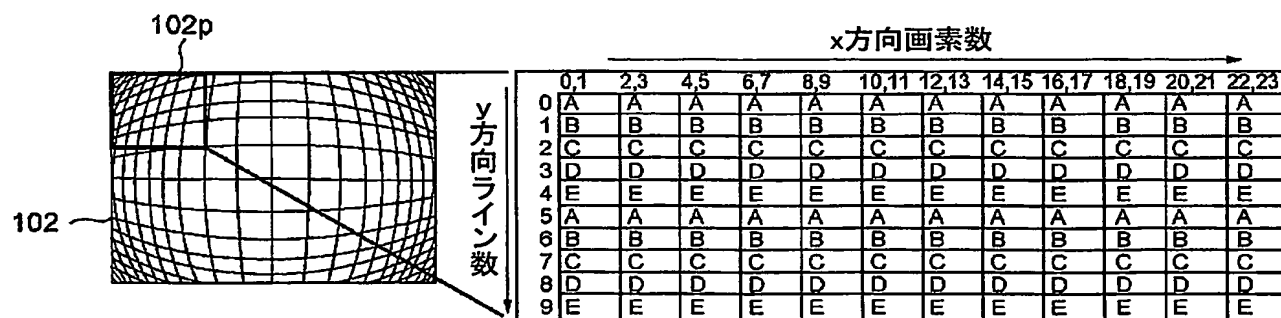
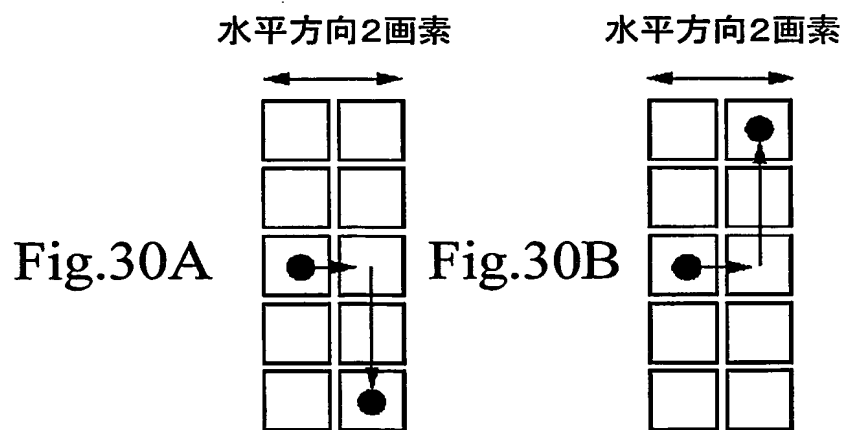
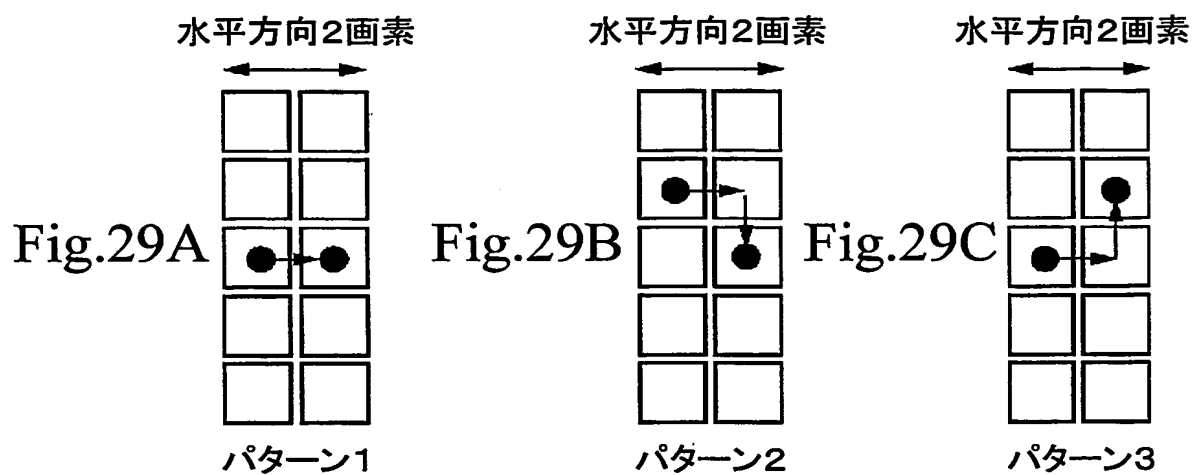


Fig.28

28/35



29/35

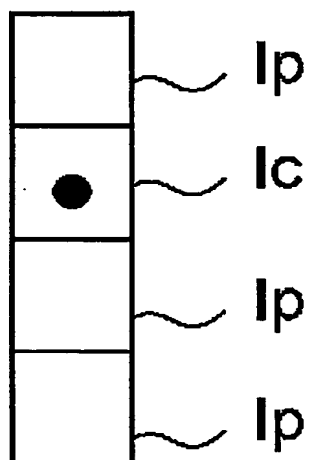


Fig.31

30/35

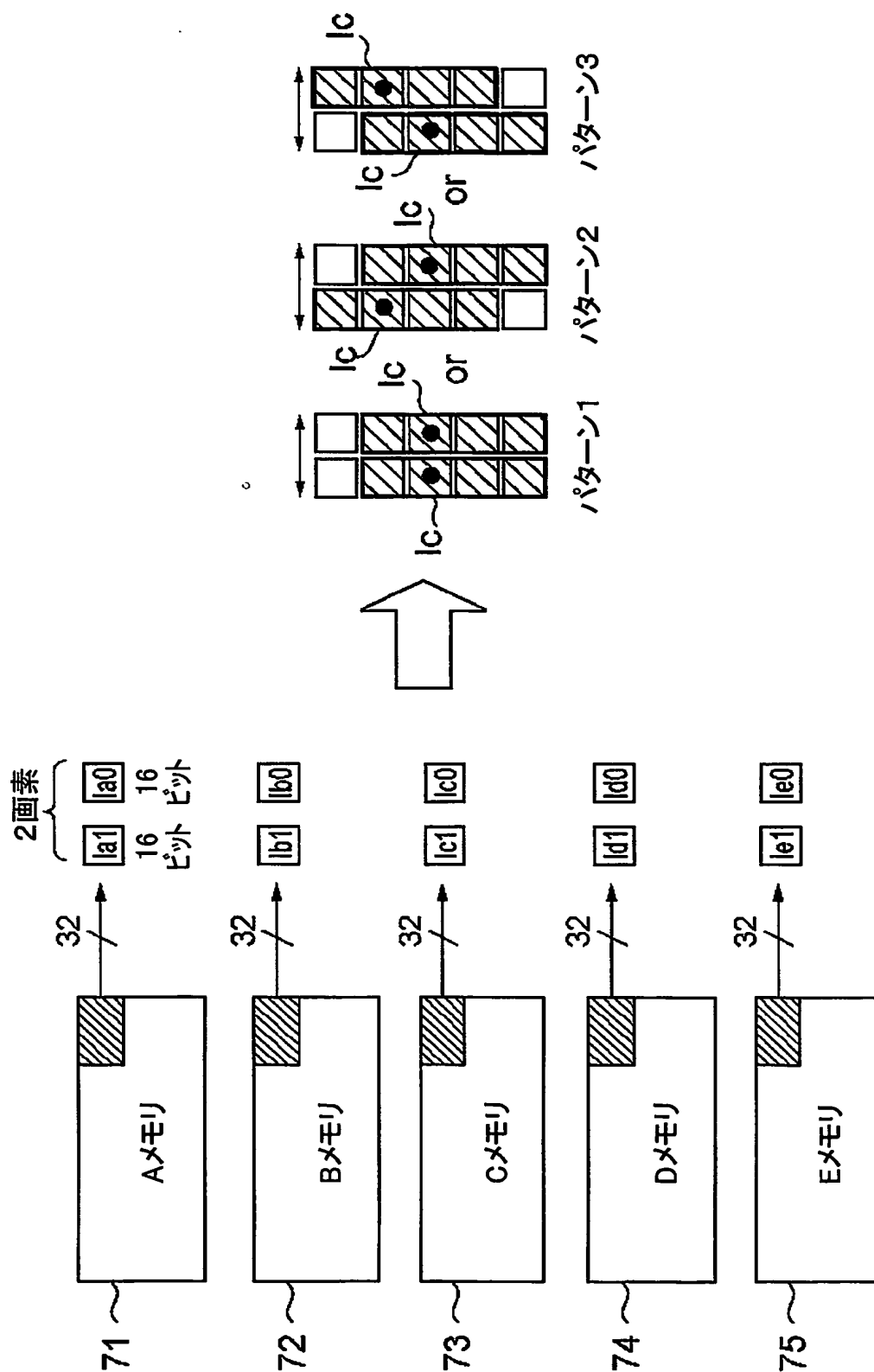


Fig.32

31/35

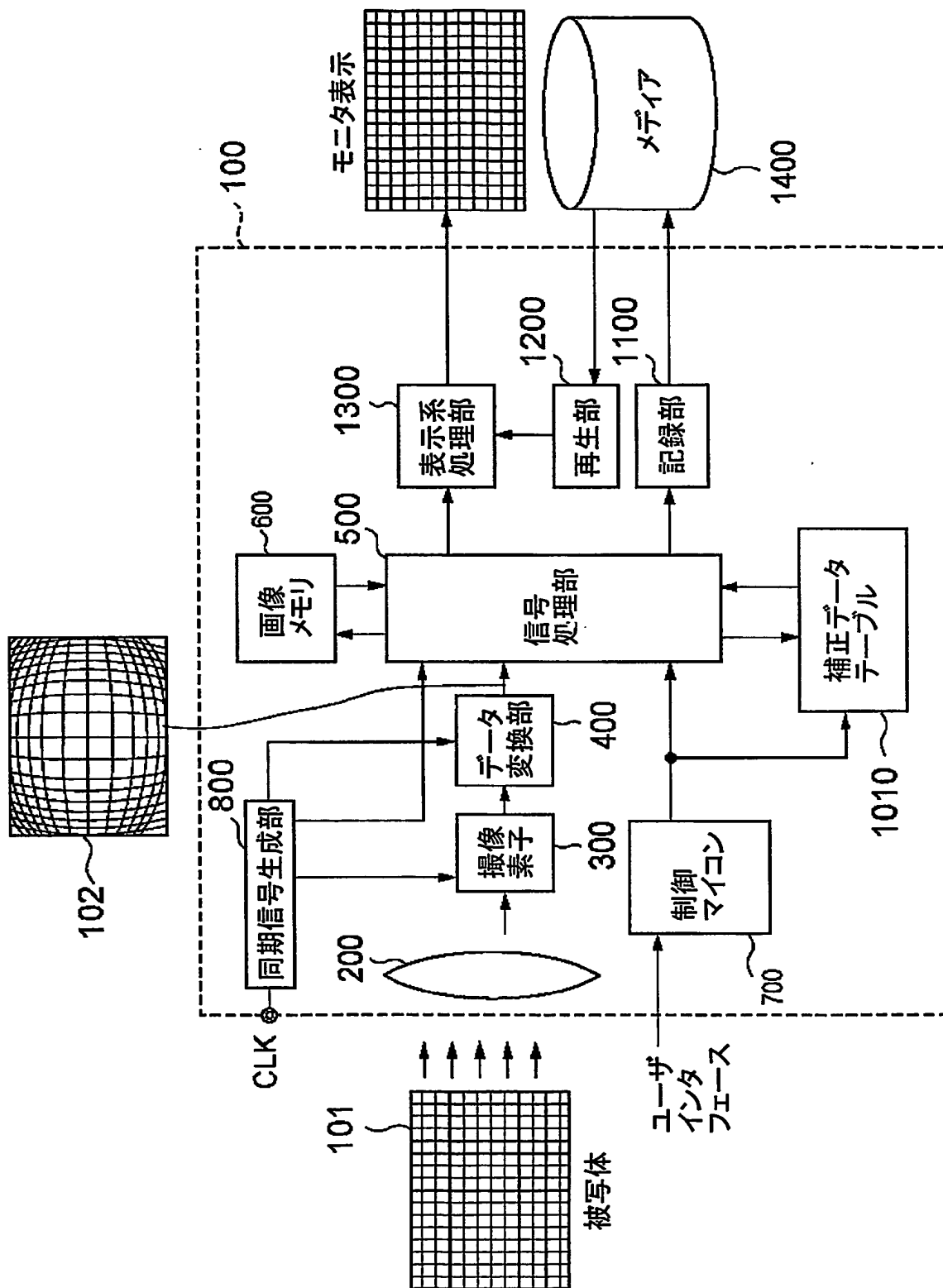


Fig.33

32/35

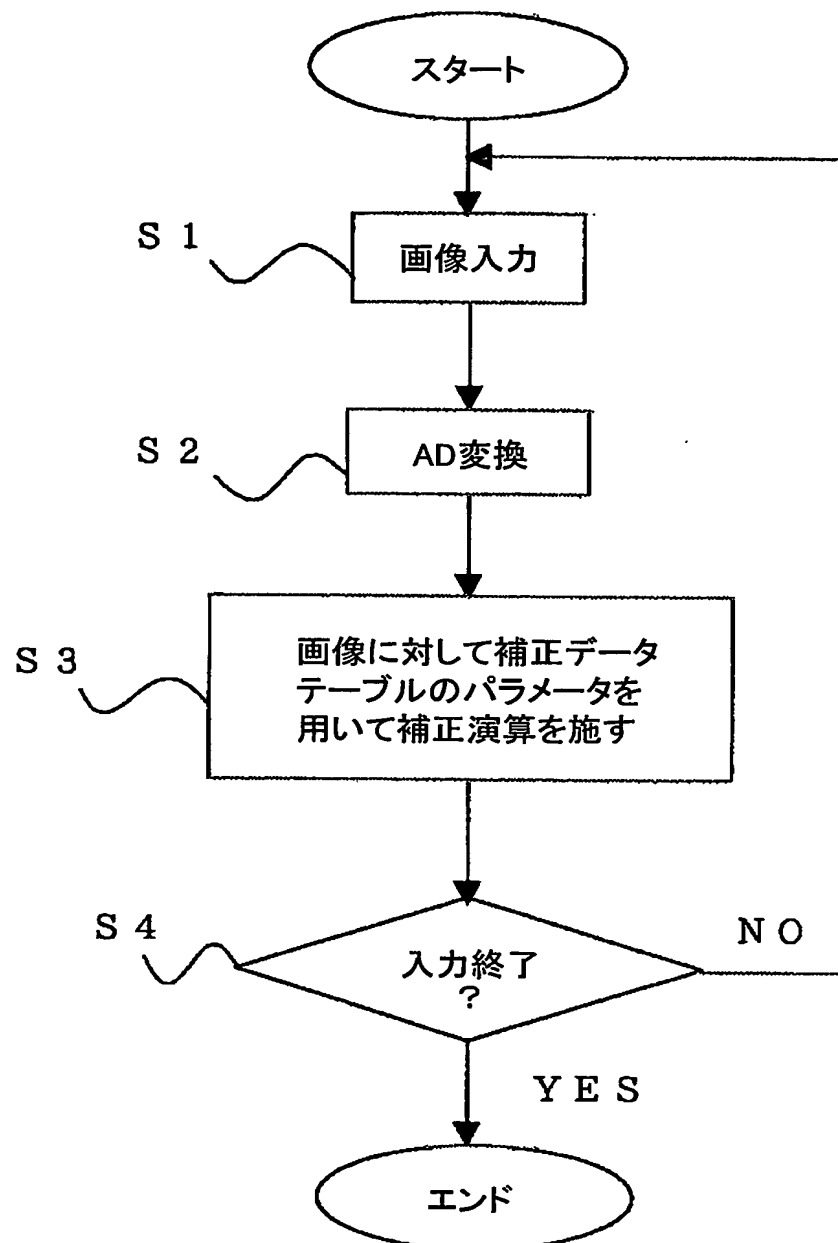


Fig.34

33/35

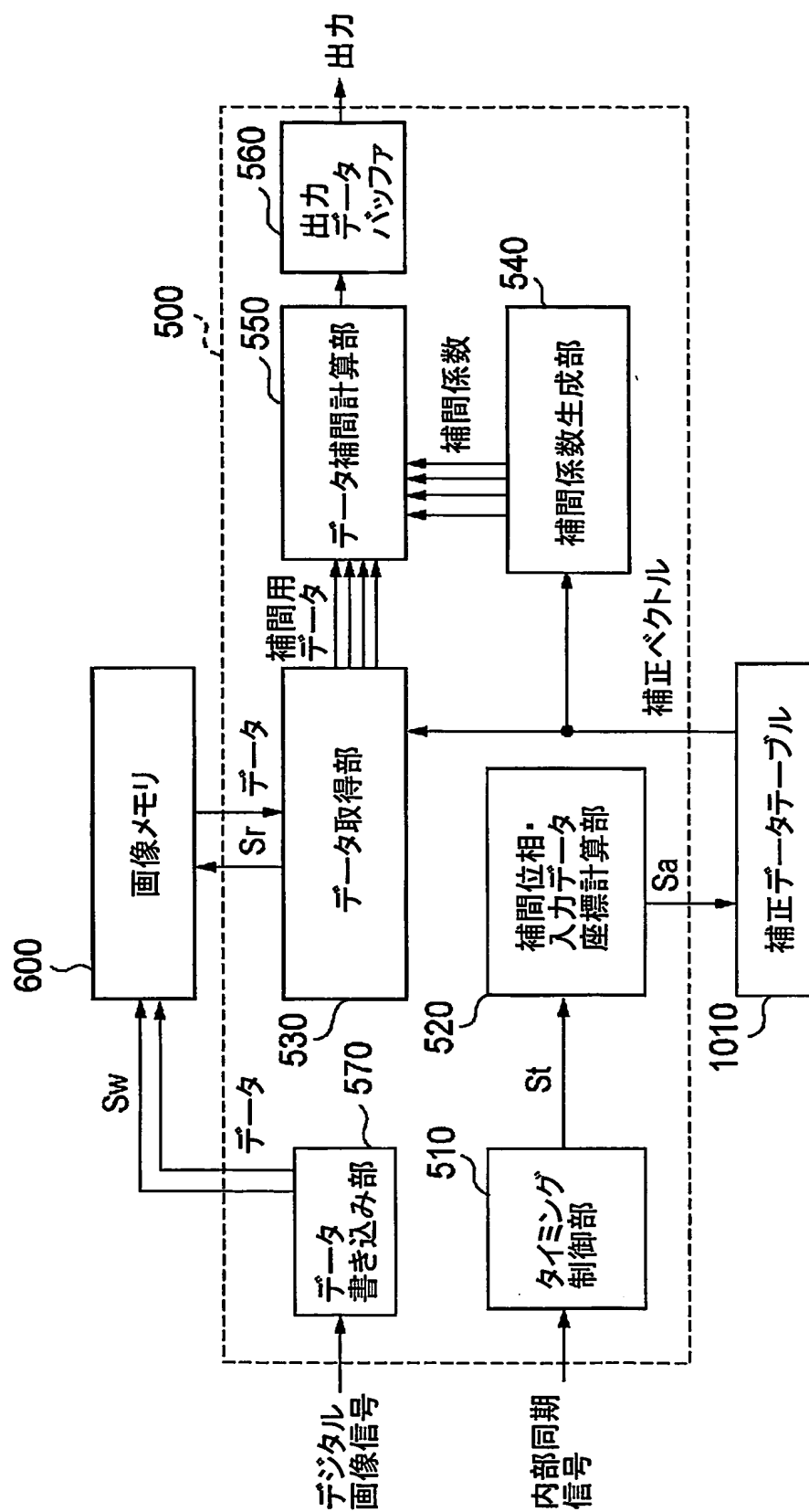


Fig.35

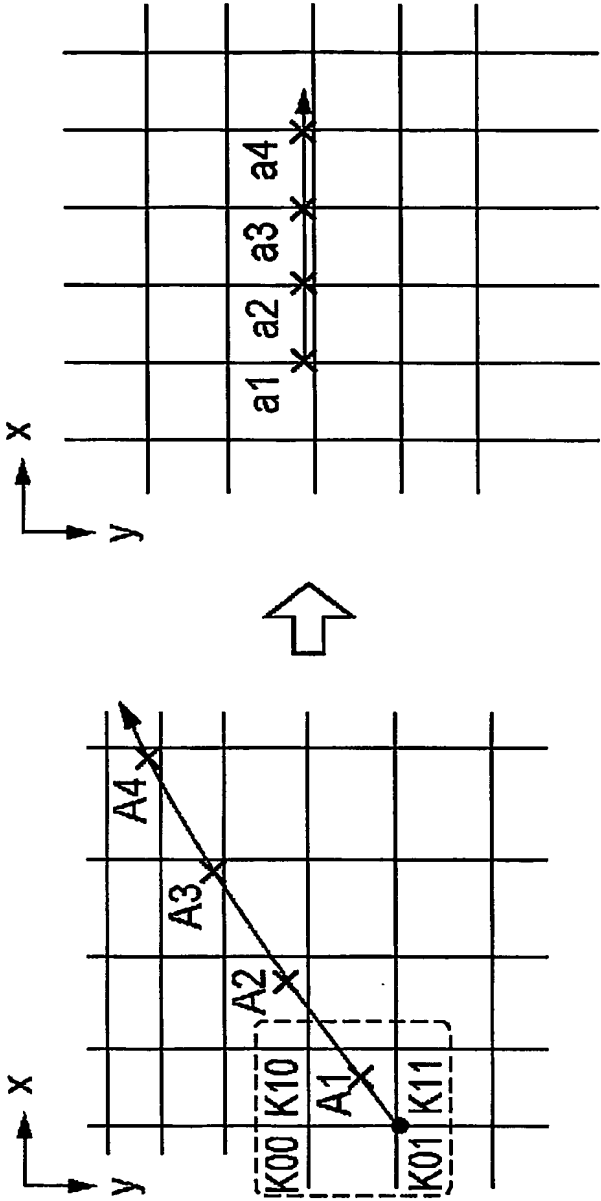


Fig.36A

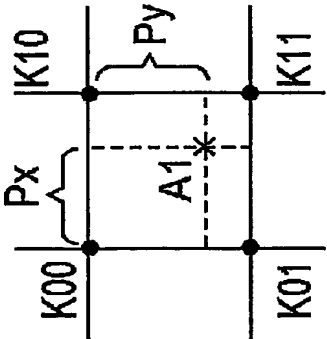


Fig.36B

35/35

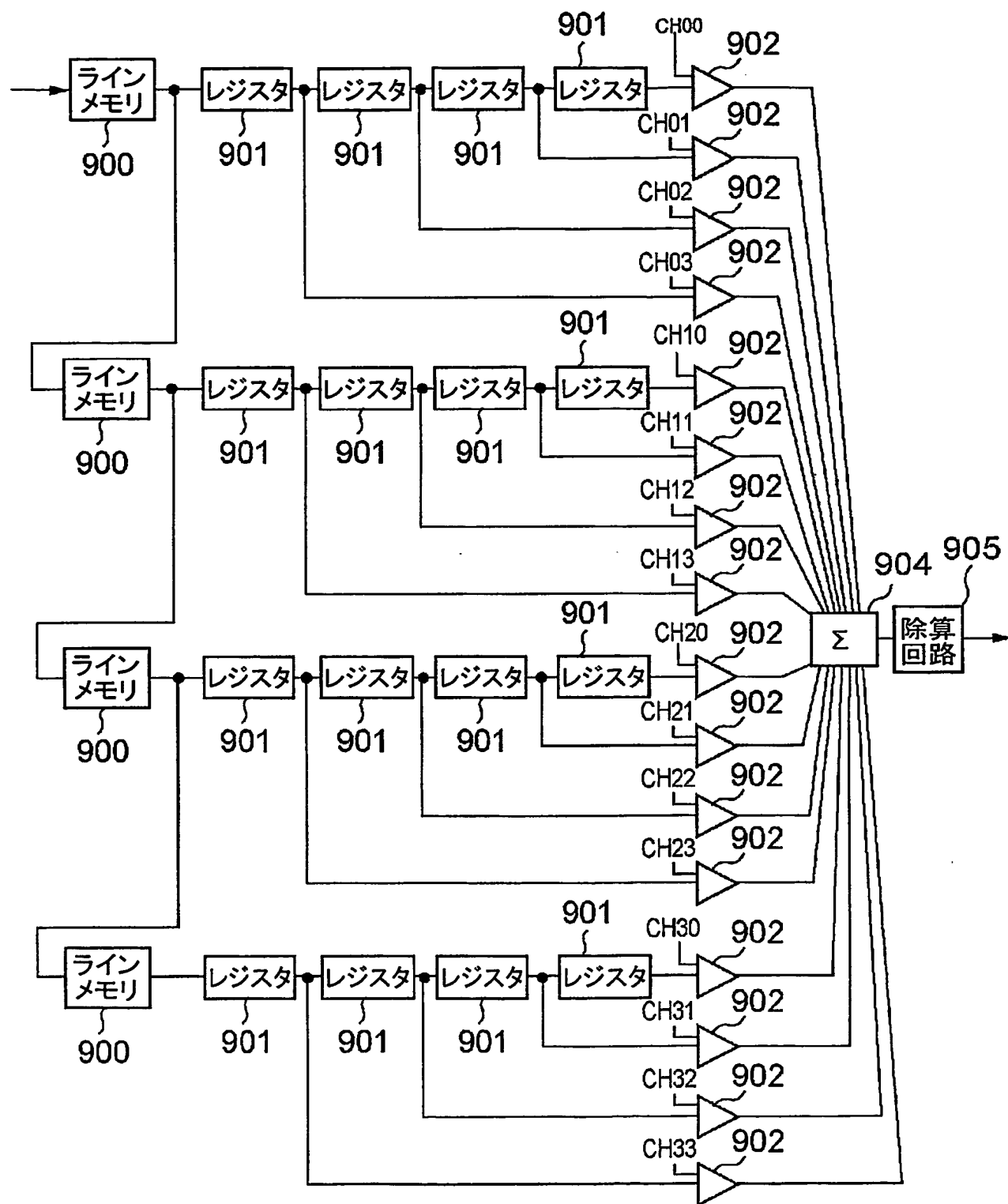


Fig.37

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04N5/232, G06T3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04N5/222-5/257, G06T3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 06-205273 A (Sony Corp.), 22 July, 1994 (22.07.94), Page 3, column 4, line 27 to page 5, column 7, line 12 (Family: none)	1, 2, 8 9-13, 17-19
X Y	JP 2000-184247 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 30 June, 2000 (30.06.00), Page 4, column 5, line 5 to page 6 column 9, line 45 (Family: none)	1, 2, 8 9-13, 17-19
X Y	JP 2002-190979 A (Nikon Corp.), 05 July, 2002 (05.07.02), Page 4, column 6, line 5 to page 7, column 11, line 11 (Family: none)	1, 2, 8 9-13, 17-19

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
18 November, 2003 (18.11.03)

Date of mailing of the international search report
09 December, 2003 (09.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10410

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-324339 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 24 November, 2000 (24.11.00), Page 10, column 18, line 5 to page 11, column 19, line 14 & US 6313902 B1 & US 2002/30797 A1	3-7,14-16 9-13,17-19
X Y	JP 2002-15327 A (Sony Corp.), 18 January, 2002 (18.01.02), Page 4, column 6, lines 24 to 31 (Family: none)	3-7,14-16 9-13,17-19
P,X	JP 2002-335438 A (Hewlett-Packard Co.), 22 November, 2002 (22.11.02), Page 4, column 5, line 40 to column 6, line 24 (Family: none)	3-7,14-16
A	JP 04-61570 A (Sony Corp.), 27 February, 1992 (27.02.92), Full text (Family: none)	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10410

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(See extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10410

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet(1)

The inventions of claims are divided into two groups as follows and each group has its "special technical feature". Since there is no technical relationship among those inventions involving one or more of the same or corresponding technical features, the inventions are not so linked as to form a single general inventive concept.

Claims 1, 2, 8-13, 17-19

An image processing device for correcting an original image having distortion according to a supplied correction vector includes decoding means for decoding the correction vector supplied from outside and encoded and supplying the decoded correction vector to the image correction means.

Claims 3-7, 14-16

The image processing device correcting an original image having distortion includes: horizontal correction means for correcting horizontal direction distortion of the original image by performing one-dimension correction calculation for the original image by using a horizontal correction parameter indicating a horizontal direction correction amount at pixel points constituting the original image; and vertical correction means for correcting vertical direction distortion of the original image by subjecting the image obtained by correction by the horizontal correction means to one-dimension interpolation calculation by using a vertical correction parameter indicating a vertical direction correction amount at the pixel points constituting the original image.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H04N5/232, G06T3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H04N5/222-5/257, G06T3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 06-205273 A (ソニー株式会社) 1994. 07. 22、3頁4欄27行~5頁7欄12行 (ファミリーなし)	1, 2, 8 9-13, 17-19
X Y	JP 2000-184247 A (オリンパス光学工業株式会社) 2000. 06. 30、4頁5欄5行~6頁9欄45行 (ファミリーなし)	1, 2, 8 9-13, 17-19
X Y	JP 2002-190979 A (株式会社ニコン) 2002. 07. 05、4頁6欄5行~7頁11欄11行 (ファミリーなし)	1, 2, 8 9-13, 17-19

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 11. 03

国際調査報告の発送日

09.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

菅原 道晴

5 P

8725

電話番号 03-3581-1101 内線 3580

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2000-324339 A (富士写真フイルム株式会社) 2000. 11. 24、10頁18欄5行～11頁19欄14行 & US 6313902 B1 & US 2002/30797 A1	3-7, 14-16 9-13, 17-19
X Y	JP 2002-15327 A (ソニー株式会社) 2002. 01. 18、4頁6欄24～31行 (ファミリーなし)	3-7, 14-16 9-13, 17-19
PX	JP 2002-335438 A (ヒューレット・パカード・カンパニー) 2002. 11. 22、 4頁5欄40～同頁6欄24行 (ファミリーなし)	3-7, 14-16
A	JP 04-61570 A (ソニー株式会社) 1992. 02. 27、全文 (ファミリーなし)	1-19

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

(第II欄の続き)

請求の範囲を下記のように区分した発明の「特別な技術的特徴」は以下の通りである。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にならないから、単一の一般的発明概念を形成するように関連していない。

請求の範囲 1, 2, 8-13, 17-19

歪みを持った原画像を供給された補正ベクトルに応じて補正する画像処理装置において、外部から供給されるエンコードされた前記補正ベクトルをデコードし、デコードされた前記補正ベクトルを前記画像補正手段へ供給するデコード手段を備えたこと。

請求の範囲 3-7, 14-16

歪みを持った原画像を補正する画像処理装置において、前記原画像を構成する画素点における水平方向の補正量を示す水平補正パラメータを用いて前記原画像に対し1次元補正演算を施すことにより、前記原画像の水平方向における歪みを補正する水平補正手段と、前記水平補正手段による補正により得られた画像に対し、前記原画像を構成する画素点における垂直方向の補正量を示す垂直補正パラメータを用いた1次元補間演算を施すことにより、前記原画像の垂直方向における歪みを補正する垂直補正手段とを備えたこと。